



TESIS - TK 142541

STUDI PENGARUH *SURFAKTAN* TERHADAP PEMISAHAN BITUMEN DARI ASBUTON DENGAN MEDIA AIR PANAS DENGAN PENAMBAHAN SOLAR

AHMAD ANHARULLAH
NRP 2314 201 011

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. Susianto, DEA
Prof. Dr. Ir. Ali Altway, MS

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN TEKNOLOGI PROSES
JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016



TESIS - TK 142541

STUDY EFFECT OF SURFACTANT ON BITUMEN SEPARATION FROM ASBUTON WITH HOT WATER MEDIA AND DIESEL FUEL ADDITION

AHMAD ANHARULLAH

NRP 2314 201 011

Advisor

Dr. Ir. Susianto, DEA

Prof. Dr. Ir. Ali Altway, MS

MAGISTER PROGRAM

PROCESS TECHNOLOGY

CHEMICAL ENGINEERING

INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY

TENTH NOPEMBER INSTITUT OF TECHNOLOGY

SURABAYA

2016

LEMBAR PENGESAHAN

“STUDI PENGARUH SURFAKTAN TERHADAP PEMISAHAN BITUMEN DARI ASBUTON DENGAN MEDIA AIR PANAS DENGAN PENAMBAHAN SOLAR”

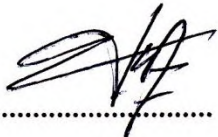

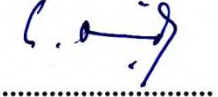
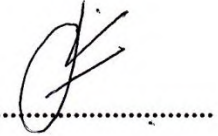
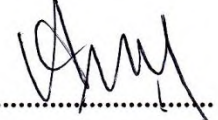
Laporan Thesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar
Magister Teknik (MT)
di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS)

Oleh:

Ahmad Anharullah
NRP. 2314 201 011

Tanggal Ujian : 13 Juli 2016
Periode Wisuda : September 2016

Disetujui oleh:

1. Dr. Ir. Susianto, DEA. NIP: 1962 08 20 1989 03 1004	(Pembimbing I)	
2. Prof. Dr. Ir. Ali Altway, MS. NIP: 1951 08 04 1974 12 1001	(Pembimbing II)	
4. Prof. Dr. Ir. Kuswandi, DEA. NIP: 1958 06 12 1984 03 1003	(Penguji II)	
3. Prof. Dr. Ir. Tri Widjaja, M.Eng. NIP: 1961 10 21 1986 03 1001	(Penguji I)	
5. Dr. Lailatul Qadariyah, S.T, M.T. NIP: 1976 09 18 2003 12 2002	(Penguji III)	

Direktur Program Pascasarjana

Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D

NIP. 1960 12 02 1987 01 1001

STUDI PENGARUH SURFAKTAN TERHADAP PEMISAHAN BITUMEN DARI ASBUTON DENGAN MEDIA AIR PANAS DENGAN PENAMBAHAN

Disusun oleh : Ahmad Anarullah
NRP : 2314 201 011

Pembimbing I : Dr. Ir. Susianto, DEA

Pembimbing II : Prof. Dr. Ir. Ali Altway, MS

ABSTRAK

Asbuton adalah aspal alam yang terkandung dalam deposit batuan yang terdapat di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara dengan kadar bitumen 10-40%. Pemanfaatan asbuton sebagai bahan alternatif pengganti aspal minyak dapat dilakukan setelah proses pemisahan antara bitumen dengan mineral yang terkandung didalamnya. Fokus dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan surfaktan sebagai *wetting agent*, pada proses pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan media air panas serta mempelajari pengaruh penambahan solar sebagai *penetrating agent* terhadap persen (%) *recovery* bitumen.

Proses penelitian ini dilakukan dengan dua tahap yaitu *digesting process* dan *separation process*. Proses *digesting* dilakukan dalam sebuah tangki berpengaduk berbentuk tangki silinder dengan kapasitas 800 cm³ terbuat dari stainless-steel, yang dilengkapi dengan pengaduk *disc turbin*. Tangki pemisahan dilengkapi dengan 4 buah *baffle*. Proses *pre-mixing* dilakukan dengan memasukkan campuran asbuton-solar ke dalam tangki pengaduk, dengan air panas sebagai jaket (*waterbath*) dengan suhu 90 °C. Asbuton ditimbang sebanyak 300 gram dengan persen penambahan solar yaitu 40%, 50%, dan 60% (% m/m) yang diaduk pada 200 rpm selama 15 menit. Kemudian ditambahkan larutan surfaktan yaitu 20% - 35%. Konsentrasi larutan surfaktan yang digunakan adalah 0,5% - 3% (% m/m). Penambahan larutan surfaktan dilakukan setelah larutan surfaktan dipanaskan hingga ± 90 °C. Kemudian mengaduk dengan kecepatan putar 1500 rpm, selama 30 menit. Setelah selesai, proses pemisahan dimulai

dengan memindahkan campuran kedalam *Beaker glass* dan menambahkan air garam. Mengukur densitas lapisan atas untuk mengetahui persen (%) *recovery*. Untuk lapisan bawah dilakukan separasi kedua dengan memasukkan ke dalam larutan asam sitrat. Lapisan teratas diambil kembali dan dicampurkan dengan lapisan atas pada pemisahan pertama. Prosedur di atas diulang untuk setiap variabel.

Hasil penelitian menunjukkan, %Recovery bitumen meningkat pada peningkatan penambahan solar dari 40% ke 60%. Sebagian besar %recovery bitumen meningkat pada kenaikan konsentrasi surfaktan SLAS dan NaOH dari 0.5% - 2%. Namun turun pada konsentrasi surfaktan 3%. Sebagian besar %recovery bitumen meningkat kenaikan penambahan larutan surfaktan dari 20% - 25%. Namun turun pada penambahan larutan surfaktan diatas 30%. %Recovery dipengaruhi oleh penambahan solar, konsentrasi surfaktan SLAS dan NaOH, serta jumlah larutan surfaktan SLAS dan NaOH yang ditambahkan. Hasil tertinggi dari %recovery penelitian menggunakan surfaktan SLAS + NaOH, 83.00% pada %konsentrasi surfaktan 2%, %larutan surfaktan 20%, dan perbandingan asbuton : solar = 40% :60%. Penggunaan larutan citric acid pada pemisahan kedua setelah pemisahan dengan larutan garam meningkatkan %recovery bitumen.

Kata kunci: asbuton, *digesting process*, *separation process*, air panas, surfaktan, *penetrating agent*, *wetting agent*

STUDY EFFECT OF SURFACTANT ON BITUMEN SEPARATION FROM ASBUTON WITH HOT WATER MEDIA AND DIESEL FUEL ADDITION

Arranged by : Ahmad Anarullah
NRP : 2314 201 011

Advisor I : Dr. Ir. Susianto, DEA

Advisor II : Prof. Dr. Ir. Ali Altway, MS

ABSTRACT

Asbuton is natural asphalt rock deposit on Buton Island, Southeast Sulawesi. Asbuton contained 10-40% bitumen. Asbuton can use as alternative substitution of petroleum asphalt. But the problem is separation process that still not proven. The focus of this research is effect of surfactant as *wetting agent*, effect of solar as a *penetrating agent*, with hot water media to percent (%) recovery of bitumen.

This research process in two stages, digesting process and separation process. Digesting process is carried out in a stirred tank shaped cylindrical tank with a capacity of 800 cm³ made of stainless-steel, equipped with a turbine disc agitator. Separation tank equipped with 4 baffles. Initial process with mixing asbuton-diesel fuel into the tank and water bath set in temperature 90 °C. Asbuton weighed as much as 300 grams with the addition of solar percent ie 40%, 50%, and 60% (%m/m) were stirred at 200 rpm for 15 minutes. Surfactant is then added a solution of 20% until 35%. The concentration of surfactant is used was 0.5% until 3% (%m/m). Every additional surfactant solution made after the surfactant solution is heated up to ± 90 °C. Then stir with rotary speed of 1500 rpm, for 30 minutes. Once completed, the separation process begins by moving the mixture into a glass beaker with salt water. Measuring the density on top layer to determine the percent (%) recovery. For the bottom layer of the second separation is done by entering into a citric acid solution. The top layer is taken back and mixed with the top layer of separation pertama. Prosedur above is repeated for each variable.

The results showed, % Recovery of bitumen increases on increasing the addition of diesel from 40% to 60%. Most variable getting %recovery of bitumen increases in surfactant concentration increases SLAS and NaOH of 0.5% - 2%. But down on the surfactant concentration of 3%. Most variable getting %recovery of bitumen increased by the increase in the addition of the surfactant solution of 20% - 25%. But down on the addition of the surfactant solution above 30%. %Recovery influenced by the addition of diesel, the surfactant concentration SLAS and NaOH, and the amount of surfactant solution SLAS and NaOH that added. The highest yield of % recovery studies using surfactants SLAS + NaOH, 83.00% at% surfactant concentration of 2%, 20%% surfactant solution, and comparison asbuton: diesel = 40%: 60%. The use of a solution of citric acid on the separation of the two after the separation of the salt solution increases% recovery of bitumen.

Key word: asbuton, *digesting process*, *separation process*, hot water media, surfaktant, *penetrating agent*, *wetting agent*

DAFTAR ISI

JUDUL PENELITIAN

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRACT.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xv

BAB 1 PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang	1
1. 2. Rumusan Masalah	3
1. 3. Batasan Masalah	4
1. 4. Tujuan Penelitian	4
1. 5. Manfaat Penelitian	4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2. 1. Bahan Baku	5
2. 1. 1. Bitumen	5
2. 1. 2. Aspal Batu Buton (Asbuton)	6
2. 2. Bahan Additif	11
2. 2. 1. Solar	11
2. 2. 2. Surfaktan	12
2. 2. 2. 1. Sodium Lignosulfonat (SLS)	15
2. 2. 2. 2. Linear vAlkylbenzene Sulfonat (LAS)	15
2. 2. 2. 3. Sodium Laureth Sulfate (SLAS).....	16
2. 2. 2. 4. Natrium Hidroksida (NaOH)	16
2. 2. 2. 5. Asam Sitrat	17
2. 3. Pencampuran dan Pengadukan	18
2. 3. 1. Pencampuran	18
2. 3. 2. Jenis Pengaduk	19

2. 3. 3. Pola Aliran dalam Tangki Berpengaduk	21
2. 3. 4. Geometrical Characteristic Number	22
2. 4. Penelitian Terdahulu	23

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3. 1. Garis Besar Penelitian	29
3. 2. Langkah – Langkah Penelitian	29
3. 2. 1. Tahap Persiapan Bahan Baku	29
3. 2. 2. TahapPemisahan Bitumen dari Asbuton	30
3. 2. 3. Tahap Analisa Bitumen	32
3. 2. 4. Analisa Data	33
3. 3. Bahan	34
3. 4. Alat	34
3. 5. Variabel Penelitian	34
3. 5. 1. Variabel Tetap	34
3. 5. 2. Variabel Berubah	35
3. 5. 3. Variabel Respon	35

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4. 1. Pengaruh Penambahan Solar Terhadap % <i>Recovery</i> Bitumen	37
4. 2. Pengaruh Penambahan Surfaktan SLAS + NaOH Terhadap % <i>Recovery</i> Bitumen	38
4. 3. Pengaruh Penambahan Laruan Surfaktan Terhadap % <i>Recovery</i> Bitumen	40
4. 4. Pengaruh Penggunaan Citric Acid pada Pemisahan ke Dua Setelah Pemisahan dengan Larutan Garam terhadap % <i>Recovery</i> Bitumen ..	41
4. 5. Pengaruh Penggunaan Larutan Asam Sitrat pada pemisahan kedua, setelah pemisahan pertama dengan larutan garam terhadap % <i>recovery</i> bitumen.....	43

BAB 5 KESIMPULAN

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Wilayah Persebaran Asbuton	7
Tabel 2.2	Sifat Fisik Aspal Asbuton dari Kabungka dan Lawele	8
Tabel 2.3	Komponen Kimia Aspal Kabungka dan Lawele	9
Tabel 2.4	Komposisi Mineral Asbuton Kabungka dan Lawele	9
Tabel A.1	Kadar Bitumen Awal	A-1
Tabel B.1	Hubungan Konsentrasi dengan Densitas Bitumen.....	B-1
Tabel B.2	Hasil Penelitian untuk Ratio Asbuton : Solar = 60% : 40%	B-2
Tabel B.3	Hasil Penelitian untuk Ratio Asbuton : Solar = 50% : 50%	B-3
Tabel B.4	Hasil Penelitian untuk Ratio Asbuton : Solar = 40% : 60%	B-4
Tabel C.1	Hasil Penelitian Satu Pemisahan untuk ratio asbuton : solar = 60% : 40%	C-1
Tabel C.2	Hasil Penelitian Satu Pemisahan untuk ratio asbuton : solar = 50% : 50%	C-2
Tabel C.3	Hasil Penelitian Satu Pemisahan untuk ratio asbuton : solar = 40% : 60%.	C-3

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Sebaran Endapan Aspal di Pulau Buton.....	7
Gambar 2.2	Foto <i>SEM</i> asbuton.....	10
Gambar 2.3	Foto <i>SEM</i> mineral asbuton.....	10
Gambar 2.4	Struktur Sodium Lignosulfonat (SLS).....	15
Gambar 2.5	Struktur Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS).....	15
Gambar 2.6	Struktur Sodium Laureth Sulfate (SLAS).....	16
Gambar 2.7	Struktur Asam Sitrat.....	18
Gambar 2.8	Bentuk-Bentuk Pengaduk.....	20
Gambar 2.9	Pola aliran fluida di dalam tangki berpengaduk.....	21
Gambar 3.1	Langkah – Langkah Penelitian.....	29
Gambar 3.2	Rangkaian Alat Percobaan.....	30
Gambar 3.3	Rangkaian Peralatan Ekstraksi.....	32
Gambar 4.1	Pengaruh penambahan solar terhadap %recovery bitumen untuk penambahan larutan surfaktan 20% dengan konsentrasi 0.5%; 1%; 2%; dan 3%.....	37
Gambar 4.2	Pengaruh penambahan solar terhadap %recovery bitumen untuk penambahan larutan surfaktan 25% dengan konsentrasi 0.5%; 1%; 2%; dan 3%.....	39
Gambar 4.3.	Pengaruh penambahan <i>Sodium Hidroksida</i> (NaOH) sebagai <i>sealing agent</i>	39
Gambar 4.4	Pengaruh penambahan solar terhadap %recovery bitumen untuk penambahan larutan surfaktan 30% dengan konsentrasi 0.5%; 1%; 2%; dan 3%.....	41
Gambar 4.5	Pengaruh penambahan solar terhadap %recovery bitumen untuk penambahan larutan surfaktan 35% dengan konsentrasi 0.5%; 1%; 2%; dan 3%.....	42
Gambar 4.6.	Pengaruh penggunaan larutan citric acid pada pemisahan kedua setelah pemisahan pertama dengan larutan garam pada penambahan larutan surfaktan 30%.....	43
Gambar B. 1.	Hubungan Konsentrasi dengan Densitas Bitumen dalam solar B-1	

DAFTAR NOTASI

ρ	Densitas [kg/m ³]
N	Rotation speed [rpm]
D	Diameter Impeller [m]
μ	Viskositas <i>Fluida</i> [kg/m.s]
P	Power Input [watt]
Q	Flowrate [m ³ /s]
F_A	Axial thrust [N]
T	Temperature [°C]
Re	Bilangan <i>Reynolds</i> [-]
N_p	Power number [-]
N_Q	Axial Flow Number [-]
FP	Flash Point [°C]
d	Diameter Tangki Berpengaduk [m]
h	Tinggi Tangki Berpengaduk [m]

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infrastruktur di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Penopang kualitas infrastruktur yang penting adalah transportasi, salah satunya jalan raya. Peningkatan kebutuhan aspal, yang merupakan bahan utama pembuatan jalan, tidak terhindarkan. Pada tahun 2013, kebutuhan aspal di dalam negeri mencapai 1,3 juta metrik ton. Dari kebutuhan itu, PT Pertamina memasok sekitar 650 ribu metrik ton, ditambah dari PT Sarana Karya yang memasok sekitar 40 ribu metrik ton. Sedangkan sisanya diperoleh dari impor (*Setiawan, 2014*).

Aspal alam dapat menjadi salah satu solusi untuk menggantikan aspal minyak. Indonesia memiliki aspal alam yang sangat melimpah di Pulau Buton, yang bernama asbuton. Cadangan asbuton mencapai 677 juta metrik, namun melimpahnya ketersediaan aspal alam ini belum tereksplorasi secara maksimal (*Suaryana, 2007*). Deposit asbuton tersebar dari Teluk Sampolawa sampai dengan Teluk Lawele sepanjang 75 km dengan lebar 12 km ditambah wilayah Enreke yang termasuk wilayah Kabupaten Muna (*Departemen Pekerjaan Umum, 2006*).

Proses terbentuknya asbuton berasal dari minyak bumi yang terdesak ke atas melalui rekahan lapisan tanah, kemudian fraksi minyak bumi yang ringan menguap meninggalkan aspal yang sudah menyatu dengan mineral yang dilaluinya (*Wallace, D. 1989*). Asbuton ini dalam keadaan aslinya terdiri dari bitumen sekitar 30% dan mineral sekitar 70% (*Affandi, 2011*).

Terjadi pasang surut penggunaan asbuton seiring dengan kebutuhan akan bahan aspal dan perkembangan teknologi. Asbuton pernah diproduksi mencapai 500.000 ton/tahun antara tahun 1970 hingga 1980. Setelah itu produksi Asbuton mengalami penurunan. Sedangkan pada tahun 1990an, Asbuton yang dihasilkan tidak optimal akibat penggunaan teknologi yang tidak tepat pada pengolahannya sehingga mengakibatkan ketidaksempurnaan pada hasil konstruksi jalan yang menggunakan asbuton sebagai bahan bakunya (*Badan Litbang PU, 2012*).

Jika dilihat dari kualitasnya, asbuton lebih unggul dibandingkan dengan aspal minyak bumi. Stabilitas yang dimiliki asbuton lebih tinggi dibandingkan dengan aspal minyak, sehingga daya tahan dari asbuton lebih lama (Suaryana, 2007). Selama ini Indonesia harus mengimpor sekitar 50% kebutuhan aspal dari berbagai negara. Kendala terbesar dalam pengolahan asbuton terkait pada teknologi pemisahan bitumen yang terkandung di dalamnya. Jika masalah ini dapat di atasi, maka dapat dihasilkan aspal dengan kualitas yang lebih baik dan layak dipasarkan, sehingga dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap aspal impor dan salah satu upaya optimalisasi sumber daya alam Indonesia.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memisahkan bitumen yang terkandung dalam asbuton, antara lain menggunakan cara ekstraksi dengan pelarut organik dan modifikasi dari *hot water process*. Beberapa penelitian telah dilakukan pada metode ekstraksi dengan pelarut organik, antara lain menggunakan TCE (*trichloroethilen*) dan n-propil bromida (Gardiner, 2000), n-heksana (Purwono, 2003), karbon tetraklorida (CCl_4) (Aris, 1997), pertasol (Tommy, 2012), kerosin (Shidiq, 2013) dan solar (Novitrie, 2014).

Selain itu juga terdapat peneliti terdahulu yang menggunakan proses *hot water* dalam pemisahan bitumen, di antaranya yaitu **Clark (1920)** memperkenalkan pertama kali teknologi pengolahan *Athabasca oil sand* menggunakan air panas yang disebut dengan "*Clark hot water process*". **Kumar (1995)** membuat usulan baru *flowsheet* untuk ekstraksi bitumen dengan *air panas* pada *Utah Tar Sands*. **Cannon, dkk. (2006)** yang mempelajari desain proses dan simulasi dari *Athabasca Oil sands* dengan proses air panas. **Seitzer (1968)** melakukan eksperimen pengolahan *Athabasca oil sand* dengan *hot water processing* menggunakan *oil flotation* di dalam sebuah *stirred reactor*. **Sepulveda, dkk. (1978)** melakukan eskperimen tentang pemisahan bitumen dari *Utah Tar Sands* menggunakan air panas (*hot water*). Dalam beberapa eksperimen pemisahan bitumen dengan proses *hot water*, menggunakan bahan baku *oil sands*. *Oil sands* memiliki kandungan yang berbeda dengan asbuton. Mineral yang terkandung dalam *oil sands* adalah pasir. Sedangkan pada asbuton terkandung banyak CaCO_3 sehingga penanganan yang dilakukan juga berbeda.

Penelitian proses pemisahan bitumen dari asbuton dengan media air panas (*hot water*) telah dilakukan di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa (Institut Teknologi Sepuluh Nopember). **Shidiq dan Rachmadhani (2013)** melakukan penelitian pemisahan bitumen dari asbuton dengan menggunakan air panas (*hot water*) dan penambahan *surfaktan (fatty acyd)* dengan kerosin sebagai pelarut. Persen *recovery* yang diperoleh yaitu 80,797 % dengan perbandingan asbuton dan kerosin yaitu 50% : 50%. **Novitrie (2014)** melakukan penelitian mengenai pemisahan bitumen dari asbuton dengan menggunakan pelarut solar dan penambahan surfaktan dengan media air panas. Persen *recovery* yang diperoleh 81,09 % dengan perbandingan solar asbuton 50% : 50%. **Yuda dan Septyawan (2015)** melakukan penelitian mengenai pemisahan bitumen dengan menggunakan media air panas dengan penambahan solar dan surfaktan SLS serta NaOH. Persen *recovery* yang diperoleh 86,29% dengan rasio solar : asbuton = 60 : 40, konsentrasi larutan surfaktan 0,05%, dan penambahan larutan surfaktan 45% dari larutan asbuton solar.

Berdasarkan penelitian di atas, penelitian mengenai pemisahan bitumen dengan proses air panas (*hot water process*) masih perlu dikembangkan dan diteliti lebih lanjut, terutama pada pengaruh penambahan surfaktan. Surfaktan sebagai *wetting agent* berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan antara bitumen dan pengotor yang berupa mineral CaCO_3 , sehingga bitumen akan larut ke dalam solar. Nantinya, dapat memberikan sumbangsih untuk dilanjutkan ke skala *pilot plant* dan lebih jauh *scale-up* ke industri, untuk itu, dalam penelitian ini akan ditekankan pada optimalisasi penggunaan surfaktan. Diharapkan akan mampu meningkatkan % *recovery* bitumen, penurunan penggunaan *penetrating agent (solar)*, dan memudahkan proses pemisahan selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian pemisahan bitumen dari asbuton dengan menggunakan media air panas (*hot water*) dan penambahan *solar* serta surfaktan dilakukan untuk mempelajari bagaimana pengaruh rasio asbuton dan *solar* dan pengaruh penambahan surfaktan terhadap proses pemisahan serta perolehan persen (%) *recovery* bitumen,

dengan media larutan garam dan larutan cirevic acid pada proses pemisahan dan untuk memperoleh kembali solar yang digunakan.

1.3. Batasan Masalah

1. Sampel asbuton yang berasal dari daerah Kabungka, Sulawesi Tenggara.
2. Sampel batuan asbuton mula-mula diekstraksi menggunakan metode ekstraksi soklet untuk mengetahui kadar awal bitumen.
3. Proses pemisahan bitumen dari batuan asbuton menggunakan tangki berpengaduk dengan 4 *baffle* pada kecepatan 1.500 rpm menggunakan tipe impeler berupa *disc turbine* yang dioperasikan secara batch.
4. Proses yang digunakan adalah proses air panas (*hot water process*) dengan *light naphtha* sebagai *penetrating agent*, disertai penambahan *chemical additives* berupa surfaktan sebagai wetting agent, dan NaOH sebagai *sealing agent*.
5. Proses separasi akhir menggunakan larutan garam dan larutan citric acid.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh penambahan *solar* terhadap % *recovery* bitumen.
2. Mempelajari pengaruh konsentrasi surfaktan SLAS terhadap % *recovery* bitumen.
3. Mempelajari pengaruh rasio surfaktan SLAS+NaOH : total campuran terhadap % *recovery* bitumen.
4. Merecovery kembali *solar* yang digunakan.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh penambahan *solar* sebagai *penetrating agent*, dan *chemical additives* berupa surfaktan SLS sebagai *wetting agent* dan NaOH sebagai *sealing agent* terhadap perolehan persen (%) *recovery* bitumen dan merecovery kembali *solar* pada proses pemisahan sehingga dapat menjadi sumber referensi skala lebih besar.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1. Bahan baku

2. 1. 1. Bitumen

Bitumen merupakan hidrokarbon rantai panjang yang ditemukan dalam bentuk cairan sangat kental ataupun padatan pada suhu kamar (25 °C), berwarna hitam, dan menunjukkan sifat *thermoplastic*, yakni menjadi encer ketika dipanaskan, namun kembali mengeras seiring dengan pendinginan. Zat ini dikenal manusia sejak lama. Hal ini dikarenakan ditemukannya sejumlah deposit bitumen di permukaan bumi. Deposit ini terbentuk akibat adanya minyak bumi yang terdorong menembus kerak bumi. Komponen yang mudah menguap dari minyak bumi, seperti *gasoline*, *kerosene* menguap dan meninggalkan sejumlah deposit bitumen yang tercampur dengan mineral anorganik. Campuran bitumen-mineral anorganik inilah yang kemudian disebut sebagai aspal alam (*Institute of Petroleum, 1984: 1043*). Bitumen tergolong perekat dan *waterproofing agent* yang baik, dan memiliki ketahanan yang baik terhadap reaksi oksidasi. Walaupun demikian, bitumen mudah larut dalam berbagai pelarut organik seperti benzena, trikloroetana, dan karbon disulfida (*Institute of Petroleum, 1984: 1053*). *Specific heat* dari bitumen bervariasi antara 0,4 hingga 0,6 cal/g°C pada suhu 0 – 300 °C dengan nilai *thermal conductivity* sebesar 0,14 kcal/m°C/h. (*Institute of Petroleum, 1984: 1054*)

Bitumen terdiri atas berbagai senyawa dengan berat molekul yang bervariasi yang membentuk sistem koloid. Beberapa tipe senyawa yang terkandung di dalam bitumen antara lain:

- a. *Asphaltenes*, yakni kelompok senyawa berbentuk padatan yang berwarna hitam yang mengandung karbon dan hidrogen sebagai unsur utamanya, namun juga mengandung nitrogen, sulfur dan oksigen. Kelompok senyawa ini memiliki berat molekul yang besar, yakni sekitar 200 – 5.000.
- b. Resin, yakni kelompok senyawa yang sebagian besar terdiri atas karbon dan hidrogen sebagai unsur utamanya, namun juga mengandung nitrogen, sulfur

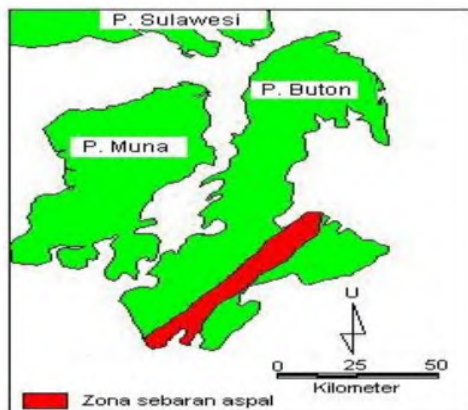
- c. dan oksigen dalam jumlah kecil. Kelompok senyawa ini bersifat *adhesive*, berbentuk solid atau semi-solid, berwarna coklat tua, dan bersifat sangat polar. Berat molekul kelompok senyawa ini berkisar antara 900 – 1.300.
- d. Siklik, merupakan kelompok senyawa yang berbentuk liquid kental yang menyusun sekitar 50% bitumen, tersusun atas karbon dan hidrogen sebagai unsur utama, serta sulfur, nitrogen, oksigen dalam jumlah kecil. Kelompok senyawa ini memiliki berat molekul antara 550 - 850.
- e. *Saturates*, merupakan kelompok senyawa yang berupa padatan atau cairan kental, dengan warna kuning hingga jernih. Kelompok senyawa ini memiliki berat molekul antara 500 - 800. Senyawa hidrokarbon yang masuk dalam kelompok ini bisa ditemukan dalam bentuk rantai lurus, bercabang, atau berupa alkil aromatik dengan rantai alkil yang panjang (*Institute of Petroleum, 1984: 1056*).

Saat ini bitumen banyak diaplikasikan sebagai campuran pembuatan jalan beraspal, sebagai *waterproofing agent* pada industri atap, sebagai bahan isolasi, dan sebagai *protective coating* yang banyak digunakan pada *external steel pipes*.

(*Institute of Petroleum, 1984: 1063-1064*)

2. 1. 2. Aspal Batu Buton (Asbuton)

Aspal Batu Buton atau seringkali disebut asbuton adalah aspal alam yang terdapat di pulau Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara. Asbuton pada umumnya berbentuk padat yang terbentuk secara alami akibat proses geologi. Proses terbentuknya asbuton berasal dari minyak bumi yang terdorong muncul ke permukaan menyusup di antara batuan yang porous (*Setiawan, 2011*).



Gambar 2.1 Peta Sebaran Endapan Aspal di Pulau Buton

(Widhiyatna, 2012)

Aspal batu buton atau biasa disebut asbuton ditemukan tahun 1924 di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Asbuton mulai digunakan dalam pengaspalan jalan sejak tahun 1926. Berdasarkan data yang ada, asbuton memiliki deposit sekitar 677 juta ton atau setara dengan 170 juta ton aspal minyak. Asbuton merupakan deposit aspal alam terbesar di dunia.

(Departemen PU, 2010)

Tabel 2.1 Wilayah Persebaran Aspal Buton

No.	Lokasi	Kadar bitumen (%)	Cadangan (ton)	Catatan
1	Waisiu	Sampai 48	100.000	Hetzel, 1926
2	Kabungka	12 – 30	60.000.000	McNamara, 1980
3	Winto	6,9 – 11,3	3.200.000	Hetzel, 1926
4	Wariti	20 – 30	600.000	Hetzel, 1926
5	Laweale	17 – 40	210.283.000	Pacific Consultant, 1980
6	Panah	15 – 35	1.350.000	Hetzel, 1926

(Yusuf, 2012)

Penggunaan asbuton adalah sebagai berikut :

1. Untuk campuran aspal panas yaitu menggunakan asbuton butir.
2. Untuk campuran aspal dingin dengan asbuton butir dan aspal emulsi.
3. Untuk *asbuton tile*.
4. Untuk melapisi bendungan agar kedap air.

5. Sebagai *block asbuton* untuk trotoar dan lain-lain.
6. Cocok digunakan untuk konstruksi berat.

Asbuton memiliki sifat yang berbeda-beda tergantung dari daerah mana asbuton tersebut diperoleh. Sampai saat ini dikenal ada dua daerah penambangan asbuton yang banyak dimanfaatkan hasilnya, yaitu di daerah kabungka dan lawele. Menurut Afandi, perbedaan ini disebabkan oleh sifat bitumen yang ada didalamnya, dimana bitumen pada deposit Kabungka mempunyai nilai penetrasi yang keras < 10 dmm dibanding dengan aspal yang berasal dari Lawele dengan nilai penetrasi bisa mencapai 30 dmm bahkan lebih. Sifat yang dimiliki dari kedua asbuton tersebut berbeda.

Berikut adalah data mengenai sifat fisik dan komponen kimia aspal asbuton dari Kabungka dan Lawele.

Tabel 2.2 Sifat Fisik Aspal Asbuton dari Kabungka dan Lawele

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	
	Kabungka	Lawele
Kadar aspal, %	20	30,08
Penetrasi, 25 ⁰ C, 100 gr, 5 detik, mm	0,4	0,36
Titik Lunak (<i>Softening point</i>), ⁰ C	101	59
Kelenturan, 25 ⁰ C, 5 cm/menit, cm	<140	>140
Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃ , %	-	99,6
Titik nyala, ⁰ C	-	198
Berat jenis, kg/m ³	1,046	1,037
Penetrasi setelah TFOT, %	-	94
Titik Lunak setelah TFOT, ⁰ C	-	62
Kelenturan setelah TFOT, cm	-	>140

(Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

Tabel 2.3 Komponen Kimia Aspal Kabungka dan Lawele

Komponen Kimia	Lawele	Kabungka
Nitrogen (N), %	26	29,04
<i>Acidaffins</i> (A ₁), %	9	6,60
<i>Acidaffins</i> (A ₂), %	12	8,43
<i>Paraffine</i> (P), %	11	8,86
Parameter <i>Maltene</i> , %	1	2,06
Nitrogen/ <i>Paraffine</i> , N/P	2	3,28
Kandungan <i>Asphaltene</i> , %	39	46,92

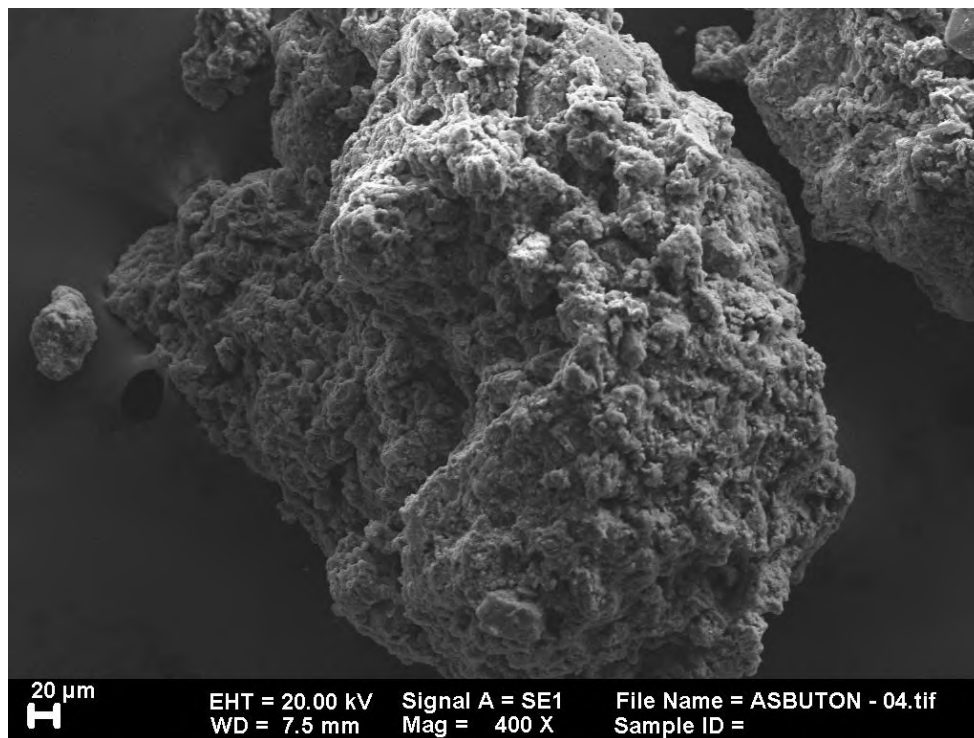
(Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

Berikut adalah data komposisi mineral yang terkandung dalam asbuton dari Kabungka dan Lawele.

Tabel 2.4 Komposisi Mineral Asbuton Kabungka dan Lawele

Senyawa	Hasil pengujian	
	Kabungka (%)	Lawele (%)
CaCO ₃	86,66	72,9
MgCO ₃	1,43	1,28
CaSO ₄	1,11	1,94
CaS	0,36	0,52
H ₂ O	0,99	2,94
SiO ₂	5,64	17,06
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	1,52	2,31
Residu	0,96	1,05

(Departemen Pekerjaan Umum, 2006)



Gambar 2.2 Foto *SEM* asbuton



Gambar 2.3 Foto *SEM* mineral di dalam asbuton

Asbuton memiliki dua jenis unsur utama yaitu aspal (bitumen) dan mineral. Pengertian aspal menurut American Society for Testing and Materials (ASTM) adalah suatu material yang berwarna coklat tua sampai hitam, padat atau semi padat yang terdiri dari bitumen – bitumen yang terdapat di alam atau diperoleh dari residu minyak bumi. Sedangkan bitumen menurut ASTM adalah campuran hidrokarbon yang berasal dari alam, yang bercampur dengan turunan – turunan non logam seperti gas, liquid, semi padatan atau padatan yang larut dalam karbon disulfid.

2. 2. Bahan Aditif

Bahan tambahan yang digunakan yaitu solar sebagai *penetrating agent*, surfaktan sebagai *wetting agent*, dan NaOH sebagai *sealing agent*.

2. 2. 1. Solar

Solar merupakan bahan bakar berwarna kuning kecoklatan yang jernih. Pada distilasi bertingkat, minyak bumi memiliki titik didih antara 250 °C dan 300 °C dengan rantai karbon dari C_{14} sampai C_{18} . Kualitas solar umumnya dinyatakan dengan bilangan setana yaitu tolak ukur kemudahan menyala atau terbakarnya suatu bahan bakar di dalam mesin diesel

(hariyanto, 2013)

Sifat fisik Solar :

- Warna : Tidak berwarna atau sedikit kekuning – kuningan
- Wujud : Liquid

Sifat kima Solar :

- Angka Setana : 48
- Densitas (pada 15⁰C) : 815 – 817 kg/m³
- Viskositas (pada 40⁰C) : 2 – 5 mm²/sec
- Tekanan Uap : 55 mm Hg pada 37 °C
- Densitas Uap : 1 (udara = 1)
- Titik Nyala (FP) : 50 - 78 °C
- Kandungan Sulfur : 0,35 %m/m

Manfaat minyak solar yaitu digunakan sebagai bahan bakar untuk mesin diesel, bahan baku pembuatan bensin melalui proses cracking, pembuatan minyak oplosan untuk bahan bakar kapal dengan cara dicampur dengan kerosin dan sebagai pelarut aspal keras (aspal minyak) sehingga menghasilkan aspal cair SC (Slow Curing) yang memiliki viskositas tinggi dan lebih kuat ikatannya sehingga dapat digunakan pada jalan yang memiliki lalu lintas tinggi dan kondisi cuaca yang panas. Solar memiliki nilai yang lebih ekonomis dan mudah diperoleh daripada kerosin sehingga juga dapat digunakan sebagai pelarut aspal.

2. 2. 2. Surfaktan

Surfaktan merupakan suatu zat yang memiliki kecenderungan untuk menurunkan tegangan permukaan. Salah satu sebabnya adalah karena surfaktan memiliki gugus hidrofilik di satu sisi dan hidrofobik di sisi yang lain. Pada sebagian besar surfaktan, bagian hidrofobiknya berupa rantai hidrokarbon, yang memiliki panjang rantai 12 hingga 18 atom karbon, dan bisa pula mengandung cincin aromatik.

(Cullum, 1994: 17)

Surfaktan adalah suatu senyawa aktif yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan dan digunakan sebagai bahan penggumpal, pembasah, *binder*, *dispersant*, pembusaan, *emulsifier*, komponen bahan *adhesive*, serta telah diaplikasikan secara luas pada berbagai bidang industri. Kemampuan surfaktan pada berbagai aplikasi tersebut dikarenakan surfaktan mempunyai gugus hidrofobik (*non polar*) dan gugus hidrofilik (*polar*) sehingga menyebabkan surfaktan cenderung berada pada antarmuka antara fasa yang berbeda derajat polaritas dan ikatan hidrogen seperti minyak dan air.

Secara umum surfaktan dapat dibagi atas empat kelompok, yaitu kelompok anionik, nonionik, kationik dan amfoterik. Jenis surfaktan yang dipilih pada proses pembuatan suatu produk tergantung pada kinerja dan karakteristik surfaktan tersebut serta karakteristik produk akhir yang diinginkan.

(Matheson, 1996)

Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai klasifikasi surfaktan:

1. Surfaktan anionik yaitu surfaktan yang bagian alkilnya terikat pada suatu anion.

Contohnya :

- Linier alkilbenzene sulfonat (LAS)
- Alkohol Sulfat (AS)
- Alpha olefin sulfonat (AOS)
- Secondary/parafin alkane sulfonat (SAS)
- Natrium dodekil sulfonat : $C_{12}H_{23}CH_2SO_3-Na^+$
- Natrium dodekil benzensulfonat : $C_{12}H_{25}ARSO_3-NA^+$
- Natrium lauril sulfat (SLS)
- Amonium sulfat lauril (ALS)
- Natrium sulfat laureth (SLES)
- Taurates
- Isethionates
- Sulfonat olefin
- Sulfosuccinates

2. Surfaktan kationik yaitu surfaktan yang bagian alkilnya terikat pada suatu kation. Contohnya :

- Alkil trimetil ammonium
- Garam dialkil-dimetil ammonium
- Garam alkil dimetil benzil ammonium
- Alkylimidazolines
- Amin alkoxylated
- Senyawa amonium quaternized

3. Surfaktan nonionik yaitu surfaktan yang bagian alkilnya tidak bermuatan.

Contohnya :

- Turunan poliglikol
- Alkiloamida
- Ester-ester dari polihidroksi alkohol

- Ester gliserin asam lemak
 - Ester sorbitan asam lemak
 - Ester sukrosa asam lemak
 - Polietilena alkil amina
 - Glukamina
 - Alkil poliglukosida
 - Mono alkanol amina
 - Dialkanol amina
 - Alkil amina oksida
 - Pentaeritritol palmitat : $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COO-CH}_2\text{-C}(\text{CH}_2\text{OH})_3$
 - Polioksietilendodekileter : $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{-O-(CH}_2\text{-CH}_2\text{O)}_2\text{H}$
 - Alkohol
 - Alkanolamides
 - Ester
 - Oksida amina
- 4. Surfaktan amfoter yaitu surfaktan yang bagian alkilnya mempunyai muatan positif dan negatif. Contohnya :
 - Linier alkilbenzen sulfonat (LAS)
 - Alkil sulfonat (AS)
 - Alkil etoksilat (AE)
 - Alkil etoksilat sulfat (AES)
 - Lauriminodipropionate Natrium
 - Lauroamphodiacetate Dinatrium.Amphoterics

Sifat-sifat surfaktan adalah mampu menurunkan tegangan permukaan, tegangan antar muka, meningkatkan kestabilan partikel yang terdispersi, dan mengontrol sistem emulsi (misalnya *oil in water* (o/w) atau *water in oil* (w/o)). Di samping itu, surfaktan akan terserap ke dalam permukaan partikel minyak atau air sebagai penghalang yang akan mengurangi atau menghambat penggabungan dari partikel yang terdispersi (Rieger, 1985). Menurut Swern (1979), kemampuan surfaktan untuk

meningkatkan kestabilan emulsi tergantung dari kontribusi gugus polar (hidrofilik) dan gugus non polar (lipofilik).

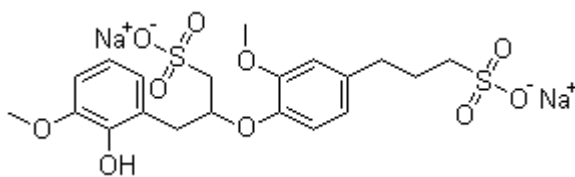
Surfaktan memiliki beberapa fungsi diantaranya yaitu :

1. Menurunkan tegangan permukaan
2. Meningkatkan kelarutan suatu zat
3. Sebagai pembasah
4. Sebagai *emulgator*
5. Sebagai *foaming – antifoaming agent*

2. 2. 2. 1. Sodium Lignosulfonat (SLS)

Sodium lignosulfonat adalah surfaktan anionik yang terbentuk dari hasil reaksi antara lignin dengan natrium bisulfit (NaHCO_3), dimana rantai hidrokarbonnya sebagai gugus hidrofobik dan ion SO_3^- sebagai gugus hidrofiliknya. SLS bisa juga disebut lignin sulfonat atau *sulphite lignin* merupakan suatu surfaktan yang dihasilkan dari proses *sulfite pulping* pada kayu. Senyawa-senyawa lignosulfonat tersebut dapat diperoleh dengan mengubah gugus hidroksil (OH) yang terdapat pada lignin dengan garamnya seperti amonium, kalsium, natrium maupun seng. Surfaktan ini merupakan surfaktan water base. Pada proses *sulfite pulping*, lignin dibuat larut dalam solven polar (air) melalui proses sulfonasi dan hidrolisis.

(Rachim, dkk, 2012)



Gambar 2.4 Struktur Sodium Lignosulfonat (SLS)

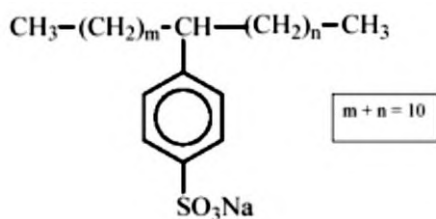
- Formula : $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{Na}_2\text{O}_{10}\text{S}_2$
- Molecular Weight : 534,51 g/mol
- Solubility : soluble in water

2. 2. 2. 2. Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS)

Linear Alkylbenzene Sulfonat (LAS) adalah surfaktan amfoter. Physical dan chemical Property dari LAS adalah sebagai erikut :

- Molecular Weight : 342,4 g/mol
- Density : 1,06 (relative) Kg/L
: 0,55 (bulk) Kg/L
- Solubility : 250 g/L
- Melting Point (Calculated as C₁₂) : 277 °C
- Boiling Point (Calculated as C₁₂) : 637 °C
- Vapour Pressure (at 25°C) : (3 – 17) x 10⁻¹³ Pascal
- pH in 1% water solution : 7 - 10
- Henry's constant : 6,35x10⁻³ Pa x m³/mole

(Hera, 2002)



Gambar 2.5 Struktur Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS)

2. 2. 2. 3. Sodium Laureth Sulfate (SLAS)

- Merupakan surfaktan anionik
- Rantai hidrokarbon berupa gugus hidrofobik
- Gugus hidrofiliknya berupa ion OSO³⁻
- Merupakan surfaktan water base
- Formula : CH₃(CH₂)₁₀CH₂(OCH₂CH₂)_nOSO₃Na
- MW : 420 g/mol (274.35 + 44.05n) g mol⁻¹
- Density : 1.05 g/cm³



Gambar 2.6 Struktur Sodium Laureth Sulfate (SLAS)

(Nicnas,2003)

2. 2. 2. 4. Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium Hidroksida (NaOH) yang sering juga disebut soda kaustik merupakan senyawa anorganik yang tergolong dalam basa (alkali) kuat. NaOH ditemukan dalam fase padat pada suhu kamar (25 °C) dengan berbagai macam bentuk seperti butiran, kepingan, ataupun granul berwarna putih. NaOH larut dalam berbagai pelarut polar seperti air, etanol dan metanol. Natrium Hidroksida merupakan salah satu senyawa kimia yang sering digunakan dalam laboratorium dan industri, seperti industri kertas, plastik, tekstil buatan, produk pembersih.

Sifat Fisika dan Kimia Natrium Hidroksida

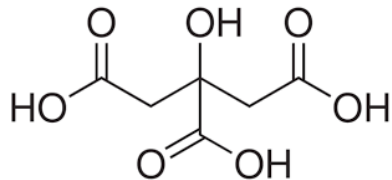
- Wujud : Solid
- Berat Molekul : 40 g/mol
- Warna : Putih
- pH (Larutan 1% wt) : 13,5
- Titik didih : 1388°C (2530,4°F)
- Titik Leleh : 323°C (613,4°F)
- *Specific Gravity* : 2,13 (Air = 1)
- Kelarutan dalam air (20°C) : 109 g/100 mL

(Sciencelab.com, 2015)

2. 2. 5. Asam Sitrat

Asam sitrat merupakan asam organik lemah yang ditemukan pada daun dan buah tumbuhan genus Citrus (jeruk-jerukan). Rumus kimia asam sitrat adalah $C_6H_8O_7$. Keasaman asam sitrat didapatkan dari tiga gugus karboksil COOH yang dapat melepas proton dalam larutan. Jika hal ini terjadi, ion yang dihasilkan adalah

ion sitrat. Ion sitrat dapat bereaksi dengan banyak ion logam membentuk garam sitrat. Pada temperatur kamar, asam sitrat berbentuk serbuk kristal berwarna putih. Serbuk kristal tersebut dapat berupa bentuk *anhydrous* (bebas air), atau bentuk monohidrat yang mengandung satu molekul air untuk setiap molekul asam sitrat.



Gambar 2.7 Struktur Atom Asam Sitrat

Sifat Fisika dan Kimia Asam Sitrat

- Wujud : Solid
- Berat Molekul : 192,13 g/mol
- Warna : Putih
- pH (pada 0,1 N) : 2,2
- Titik didih : > 175 °C
- Titik Leleh : 152 – 159 °C
- *Specific Gravity* : 1,665 (Air = 1)
- Kelarutan dalam air (20°C) : 576 - 771 g/L pada 20 °C

(SIDS, 2001)

2. 3. Pencampuran dan Pengadukan

2. 3. 1. Pencampuran

Beberapa kondisi operasi kimia bergantung pada efektifitas *mixing* dan agitasi. Proses pencampuran (*mixing*) sering digunakan karena dapat mempercepat terjadinya perpindahan massa dan panas. Untuk melakukan proses pencampuran maka digunakan tangki pengaduk. Tangki pengaduk secara umum terdiri dari *impeller* yang terhubung dengan shaft sebagai penggeraknya, dan dilengkapi dengan *baffle*. Bentuk geometri dari tangki berpengaduk sangat menentukan dalam proses pencampuran agar tercapai tujuan pencampuran seperti yang diinginkan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pencampuran adalah:

1. Aliran yang turbulen dan laju alir bahan yang tinggi biasanya menguntungkan proses pencampuran. Sebaliknya, aliran yang laminar dapat menggagalkan pencampuran.
2. Ukuran partikel atau luas permukaan. Semakin luas permukaan kontak bahan-bahan yang dicampur berarti semakin kecil partikel dan semakin mudah gerakannya dalam campuran, maka proses pencampuran semakin baik.
3. Kelarutan. Semakin besar kelarutan bahan-bahan yang akan dicampur maka semakin baik pula pencampurannya

2. 3. 2. Jenis Pengaduk

Menurut aliran yang dihasilkan, pengaduk dapat dibagi menjadi tiga golongan:

1. Pengaduk aliran aksial yang akan menimbulkan aliran yang sejajar dengan sumbu putaran
2. Pengaduk aliran radial yang akan menimbulkan aliran yang berarah tangensial dan radial terhadap bidang rotasi pengaduk. Komponen aliran tangensial menyebabkan timbulnya vortex dan terjadinya pusaran, dan dapat dihilangkan dengan pemasangan *baffle* atau *cruciform baffle*
3. Pengaduk aliran campuran yang merupakan gabungan dari kedua jenis pengaduk diatas.

Menurut bentuknya, pengaduk dapat dibagi menjadi 3 golongan:

1. Propeller

Kelompok ini biasa digunakan untuk kecepatan pengadukan tinggi dengan arah aliran aksial. Pengaduk ini dapat digunakan untuk cairan yang memiliki viskositas rendah dan tidak bergantung pada ukuran serta bentuk tangki. Kapasitas sirkulasi yang dihasilkan besar dan sensitif terhadap beban *head*. Dalam perancangan *propeller*, luas sudu biasa dinyatakan dalam perbandingan luas area yang terbentuk dengan luas daerah disk. Nilai nisbah ini berada pada rentang 0,45 sampai dengan 0,55. Pengaduk propeler terutama menimbulkan aliran arah aksial, arus aliran

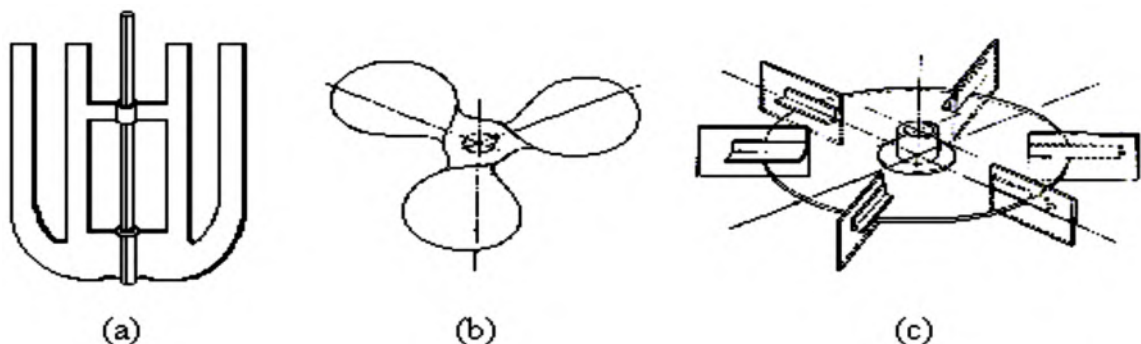
meninggalkan pengaduk secara kontinu melewati fluida ke satu arah tertentu sampai diblokkan oleh dinding atau dasar tangki.

2. *Turbine*

Istilah *turbine* ini diberikan bagi berbagai macam jenis pengaduk tanpa memandang rancangan, arah *discharge* ataupun karakteristik aliran. *Turbine* merupakan pengaduk dengan sudu tegak datar dan bersudut konstan. Pengaduk jenis ini digunakan pada viskositas fluida rendah seperti halnya pengaduk jenis *propeller*. Pengaduk turbin menimbulkan aliran arah radial dan tengensial. Di sekitar turbin terjadi daerah turbulensi yang kuat, arus dan geseran yang kuat antar fluida. Salah satu jenis pengaduk *turbine* adalah *pitched blade*. Pengaduk jenis ini memiliki sudut sudu konstan. Aliran terjadi pada arah aksial, meski demikian terdapat pula aliran pada arah radial. Aliran ini akan mendominasi jika sudu berada dekat dengan dasar tangki.

3. *Paddles*

Pengaduk jenis ini sering memegang peranan penting pada proses pencampuran dalam industri. Bentuk pengaduk ini memiliki minimum 2 sudu, horizontal atau vertical, dengan nilai D/T yang tinggi. *Paddle* digunakan pada aliran fluida laminar, transisi atau turbulen tanpa *baffle*. Pengaduk padel menimbulkan aliran arah radial dan tangensial dan hampir tanpa gerak vertikal sama sekali. Arus yang bergerak ke arah horisontal setelah mencapai dinding akan dibelokkan ke atas atau ke bawah. Bila digunakan pada kecepatan tinggi akan terjadi pusaran saja tanpa terjadi agitasi.

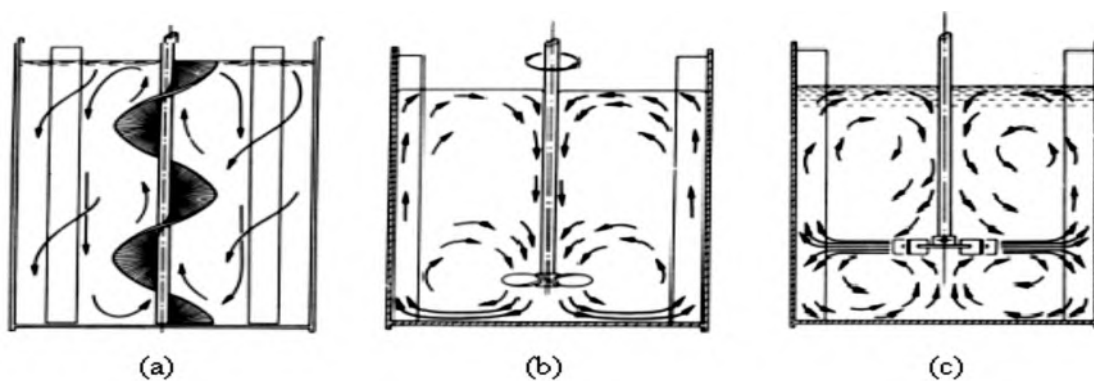


Gambar 2. 8 Bentuk-bentuk pengaduk

(a) pengaduk *paddle* (b) pengaduk *propeller* (c) pengaduk *turbine*

2. 3. 3. Pola Aliran dalam Tangki Berpengaduk

Pada tangki berpengaduk, pola aliran yang dihasilkan bergantung pada beberapa faktor antara lain geometri tangki, sifat fisik fluida dan jenis pengaduk itu sendiri. Pengaduk jenis *turbine* akan cenderung membentuk pola aliran radial sedangkan *propeller* cenderung membentuk aliran aksial. Pengaduk jenis *helical screw* dapat membentuk aliran aksial dari bawah tangki menuju ke atas permukaan cairan. Pola aliran yang dihasilkan oleh tiap-tiap pengaduk tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. 4.



Gambar 2. 9 Pola aliran fluida di dalam tangki berpengaduk

(a) *flat-blade turbine* (b) *marine propeller* (c) *helical screw*

Pada dasarnya terdapat 3 komponen yang hadir dalam tangki berpengaduk yaitu:

- komponen radial pada arah tegak lurus terhadap tangkai pengaduk
- komponen aksial pada arah sejajar (paralel) terhadap tangkai pengaduk
- komponen tangensial atau rotasional pada arah melingkar mengikuti putaran sekitar tangkai pengaduk.

Komponen radial dan tangensial terletak pada daerah horizontal dan komponen longitudinal pada daerah vertikal untuk kasus tangkai tegak (*vertical shaft*). Komponen radial dan longitudinal sangat berguna untuk penentuan pola aliran yang diperlukan untuk aksi pencampuran (*mixing action*). Pengadukan pada kecepatan tinggi ada kalanya mengakibatkan pola aliran melingkar di sekitar pengaduk. Gerakan melingkar tersebut dinamakan vorteks. Vorteks dapat terbentuk di sekitar pengaduk ataupun di pusat tangki yang tidak menggunakan *baffle*. Fenomena ini tidak diinginkan dalam industri karena beberapa alasan.

Pertama kualitas pencampuran buruk meski fluida berputar dalam tangki. Hal ini disebabkan oleh kecepatan sudut pengaduk dan fluida sama. Kedua udara dapat masuk dengan mudahnya ke dalam fluida karena tinggi fluida di pusat tangki jatuh hingga mencapai bagian atas pengaduk. Ketiga, adanya vorteks akan mengakibatkan naiknya permukaan fluida pada tepi tangki secara signifikan sehingga fluida tumpah. Upaya berikut ini dapat dilakukan untuk menghindari vorteks, yaitu:

1. menempatkan tangkai pengaduk lebih ke tepi (*off-center*)
2. menempatkan tangkai pengaduk dengan posisi miring
3. menambahkan *baffle* pada dinding tangki.

2. 3. 4. Geomerical Characteristic Number

a. Reynold Number

$$Re = \frac{\rho N D^2}{\mu} \quad (2.7)$$

b. Power Number

$$N_p = \frac{P}{\rho N^3 D^5} \quad (2.8)$$

c. Flow Number

$$N_Q = \frac{Q}{N D^3} \quad (2.9)$$

d. Axial flow Number

$$N_f = \frac{F_A}{\rho N^2 D^4} \quad (2.10)$$

2. 5. Penelitian Pemisahan Bitumen yang Sudah Dilakukan

Berikut adalah beberapa penelitian yang berkaitan proses pengolahan asbuton dan *tar sands*:

1. **Clark (1920)**, mempelajari pemisahan bitumen menggunakan *hot water* terhadap *Athabasca tar sands*. Proses yang ditemukan ini dikenal sebagai “*Clark hot water process*”. Pemisahan bitumen dari tar sand menggunakan air dan pengadukan mekanis.
2. **Sepulveda, dkk. (1979)**, melakukan eskperimen tentang pemisahan bitumen dari *Utah Tar Sands* menggunakan *hot water*. Bitumen diperoleh dari utah tar sands dengan cara digestion dan flotation.
3. **Nielsen, dkk (1994)**, mempelajari pengaruh temperatur dan tekanan pada distribusi ukuran partikel aspalten dalam minyak mentah yang dilarutkan dengan n-pentana. Penelitian dilakukan pada suhu 0 – 150 °C dan tekanan 0 – 6,5 MPa. Hasilnya menunjukkan bahwa ukuran partikel aspalten bertambah dengan naiknya tekanan dan berkurang dengan naiknya suhu.
4. **Quintero, dkk (1995)**, menggunakan teknik *maximum bubble pressure* untuk mengukur tegangan muka antara bitumen dan larutan surfaktan yang memiliki densitas yang hamper sama. Pada penelitian bitumen yang digunakan yaitu Cerro Negro dan jenis surfaktan Intan 100 (nonyphenol ethoxylate)
5. **Kumar (1995)**, membuat usulan baru *flowsheet* untuk ekstraksi bitumen dengan *hot water* pada *Utah Tar Sands*. Pada Proses ini menggunakan *hot water* untuk mendapatkan *recovery* bitumen dari *tar sands*. *Hot water* dapat menurunkan viskositas bitumen dan membantu pelepasan bitumen dari *sand* saat terjadinya *high-shear force* yang diakibatkan oleh adanya pengadukan dan penambahan bahan kimia di dalam *digester*.
6. **Hardjono (1996)**, mempelajari sifat – sifat bitumen ekstrak Asbuton Kabungka A dan Kabungka B yang diperoleh dengan jalan ekstraksi dengan menggunakan pelarut CCL₄. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan ekstraktor sokhlet, sedangkan bitumen ekstrak dipisahkan dari larutannya dengan jalan distilasi hampa. Setelah dibandingkan dengan spesifikasi aspal keras yang berlaku di

Indonesia, ternyata kedua bitumen ekstrak tersebut hanya memenuhi sebagian saja dari spesifikasi aspal keras pen 60 dan 80 yang berlaku.

7. **Aris (1997)**, membandingkan sifat-sifat fisis aspal hasil ekstraksi asbuton Kabungka A dan Kabungka B yang diekstraksi dengan pelarut karbon tetraklorida (CCl_4) dan pelarut naphtha. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa sifat ekstrak aspal Buton Kabungka A dan Kabungka B yang diekstraksi menggunakan CCl_4 memiliki sifat penetrasi rendah, *ductility* rendah dan titik lembek tinggi, sedangkan yang menggunakan naphtha mempunyai sifat sebaliknya.
8. **Suprpto dan Murachman (1998)**, mempelajari tentang studi perpindahan massa aspal dari asbuton dengan menggunakan 3 macam pelarut, yaitu n-Heksan, Pertasol, Trikhloroetilene (TCE). Normal Hexan mampu mengambil aspal sebanyak 15,64 % dari batuan semulanya atau sebanyak 73,95 % dari aspal awalnya. Pertasol (naphtha) adalah bahan yang relatif murah dibanding dengan bahan lainnya. Bahan ini adalah produk minyak bumi dengan susunan komponen campuran yaitu paraffin, nafthen dan aromatis. Kandungan C antara 7-10. Dalam proses bahan ini dapat mengambil aspal sebanyak 17,83 % dari batuan semulanya atau 84,39 % dari aspal awalnya. Trikhloroetilene (TCE) mempunyai kemampuan besar untuk mengambil aspal dari batuan, yaitu sebesar 20,75 % dari batuan awalnya atau 98,11% dari aspal awalnya. Karena komposisi kimia, kemungkinan adanya bahaya kebakaran atas pemanfaatan TCE ini bisa dihindari dan titik didih bahan ini cukup tinggi, yaitu $86,70^\circ\text{C}$ yang mungkin memberi masalah tersendiri pada proses pemisahan pelarut dari aspalnya secara penguapan.
9. **Purwono (2003)**, mempelajari pengaruh ukuran butir, waktu ekstraksi, dan kecepatan putar pengaduk terhadap koefisien perpindahan massa pada proses ekstraksi *multistage crosscurrent* aspal Kabungka dengan pelarut n-heksan serta mencari hubungan bilangan-bilangan tak berdimensi yang berpengaruh pada proses transfer massa tersebut. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah koefisien perpindahan massa semakin besar dengan bertambah besarnya ukuran butir aspal. Hal ini berlawanan dengan teori. Selain itu diperoleh hasil koefisien

perpindahan massa semakin besar dengan bertambah besarnya kecepatan pengadukan.

10. **Cannon (2006)**, mempelajari desain proses dan simulasi dari *Athabasca Oil sands* dengan *Hot Water Process*. Pada penelitian ini dilakukan desain process flow diagram dengan menggunakan udara sebagai flotasi dan pembakaran yang kemudian juga dilakukan proses simulasi neraca massa dan komposisi dengan menggunakan excel.
11. **Affandi (2006)** menjabarkan prinsip pembuatan asbuton murni (asbuton hasil proses ekstraksi). Bahan dasar asbuton diekstraksi dengan menggunakan proses dan bahan tertentu sehingga mineralnya terpisah dari aspalnya. Selanjutnya mineralnya dikeluarkan sampai kadar mineralnya lebih kecil dari satu persen, dan kemudian cairan yang masih mengandung aspal tersebut didestilasi sampai bahan cairan tersebut menguap dan yang tersisa adalah aspalnya saja yang disebut asbuton murni.
12. **Dwinurwulan dan Diana (2009)**, melakukan penelitian ekstraksi asbuton dengan menggunakan pelarut kerosin yang dicampurkan ke dalam asbuton dalam tangki leaching. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa konsentrasi bitumen dalam kerosin dan *yield* mengalami kenaikan untuk ukuran partikel dari -8+18 mesh ke -18+20 mesh, akan tetapi turun untuk ukuran partikel dari -18+20 mesh ke -20+30 mesh. Koefisien perpindahan massa mengalami penurunan dengan turunnya ukuran partikel diameter dan naiknya kecepatan putar pengadukan. Koefisien perpindahan massa sebanding dengan $Dp^{1,907} N^{0,816}$.
13. **Qomary dan Suminar (2012)**, mempelajari proses pemisahan bitumen dari asbuton dengan metode *hot water* proses. Proses ekstraksi dilakukan dalam sebuah tangki berpengaduk. Proses ekstraksi dilakukan dengan cara mengisi tangki ekstraktor dengan asbuton dan kerosin sesuai ratio yang diaduk dengan kecepatan 500 rpm selama 15 menit. Kemudian ditambahkan larutan NaOH sesuai dengan ratio asbuton : larutan NaOH. Dari proses ini akan terbentuk 3 lapisan yaitu lapisan paling atas terdiri dari larutan bitumen (kerosin dan bitumen), lapisan tengah terdiri dari air dan mineral murni yang terpisah, dan lapisan paling bawah terdiri dari padatan asbuton yang tidak terekstrak, kerosin,

dan sedikit air. Lapisan paling atas dipisahkan dan dianalisa konsentrasi bitumennya dengan mengukur *densitasnya*. Dari hasil eksperimen diperoleh kesimpulan bahwa semakin besar ratio asbuton dan larutan NaOH maka perolehan yield semakin meningkat. Konsentrasi larutan NaOH yang memberikan yield terbaik adalah 0,1%. Yield maksimum diperoleh pada ratio asbuton : kerosin= 60% : 40%.

14. **Shidiq dan Ramadhani (2013)**, melakukan penelitian studi pemisahan bitumen dari asbuton dengan menggunakan air panas (*hot water*) dan penambahan *surfaktan (fatty acyd)* dengan kerosin sebagai pelarut. Persen recovery yang diperoleh yaitu 80,80 % dengan perbandingan asbuton dan kerosin yaitu 50% : 50%.
15. **Duyvesteyn dkk (2013)**, melakukan ekstraksi bitumen dari oil sands dengan *hot water* dan *pressure cycles*. Pada penelitian ini teknik yang digunakan yaitu cycle kompresi dan dekompresi. Selama dekompresi membuat mikrobubbles mengembang sehingga melepaskan bitumen dari oil sands. Parameter proses yang digunakan yaitu tekanan, number of cycles, ratio volume water solid, tipe gas dan jenis oil sands.
16. **Rohman & Syukra (2014)**, melakukan penelitian studi pemisahan bitumen dari Asbuton dalam media air panas dengan penambahan solar sebagai *penetrating agent* dan *chemical additives* berupa NaOH dalam media air panas. Persen *recovery* yang diperoleh 85,33 % dengan perbandingan solar asbuton 50% : 50%.
17. **Novitrie**, melakukan penelitian studi proses pemisahan bitumen dari asbuton dengan media air panas dan penambahan solar serta *surfaktan*. Berdasarkan uji ANOVA menunjukkan bahwa yang memiliki pengaruh yang signifikan yaitu penambahan solar, larutan surfaktan dan waktu. Hasil optimasi pada model diperoleh%recovery tertinggi sebesar 87,89% yaitu saat penambahan larutan surfaktan 43,87 %berat, penambahan solar 52,74 %berat dan waktu 40,29 menit.
18. **Abid & Wahyudi (2014)**, melakukan penelitian studi pemisahan bitumen dari Asbuton dalam media air panas dengan penambahan solar sebagai *penetrating agent* dan *chemical additives* surfaktan Wetrol 124 serta NaOH dalam media air

panas. Persen *recovery* yang diperoleh 89,17 % dengan perbandingan solar asbuton 60% : 40%.

19. **Yuda & Septiawan (2015)**, melakukan studi pemisahan pemisahan bitumen dari Asbuton dalam media air panas dengan penambahan solar sebagai *penetrating agent* dan *chemical additives* yang berupa surfaktan SLS serta NaOH dalam media air panas. Persen *recovery* yang diperoleh 86,29 % dengan perbandingan solar asbuton 60% : 40%.

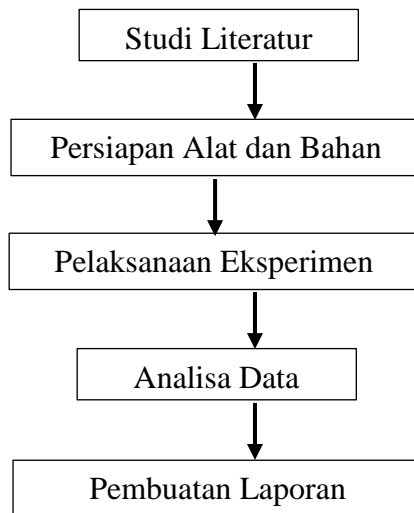
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Garis Besar Penelitian

Bahan baku yang digunakan adalah Asbuton dari Kabungka, Sulawesi Tenggara. Proses pemisahan bitumen dari Asbuton menggunakan media air panas (*hot water*) dengan bantuan *solar* sebagai *penetrating agent* dan larutan surfaktan sebagai *wetting agent* serta NaOH sebagai *sealing agent*. Metodologi dari penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.1 Langkah-langkah Penelitian

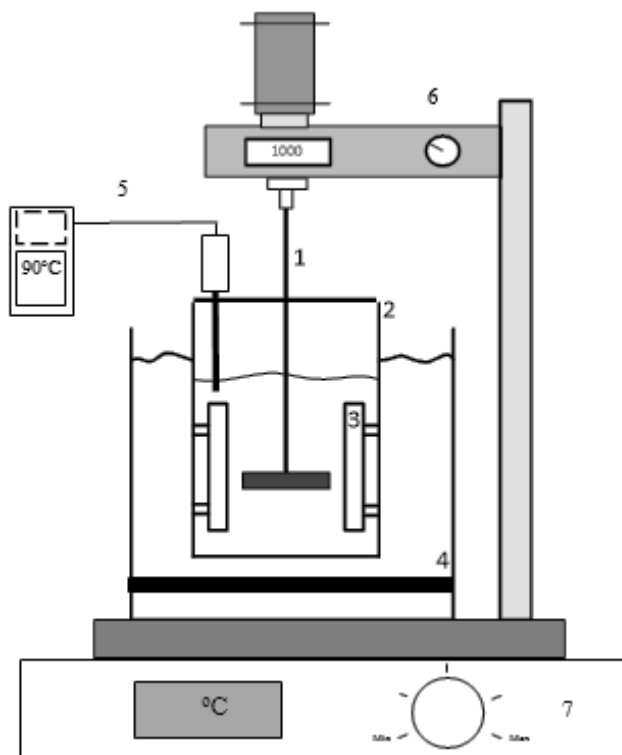
3.2 Langkah-langkah Penelitian

3.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan baku dilakukan untuk memperkecil ukuran partikel ssbuton dengan menggunakan *crusher/hammer*. Hal ini dilakukan agar luas permukaan kontak asbuton dengan pelarut (*solar*) besar, sehingga kinerja *penetrating agent* dan surfaktan maksimal, dan recovery bitumen maksimal.

3.2.2 Tahap Pemisahan Bitumen dari Asbuton

Tujuan tahap ini adalah untuk memisahkan bitumen dari Asbuton. Proses pemisahan dilakukan pada tangki berpengaduk berdiameter (d) 10,8 cm dan tinggi (h) 20 cm yang dioperasikan secara *batch*. Pengaduk yang digunakan berupa *disc turbine* dengan diameter 8 cm. Pengaduk *disc turbine* dipilih karena daerah sekitar pengaduk terjadi turbulensi yang kuat, arus dan geseran yang kuat antar fluida. Pengaduk ini memiliki sudut sudu konstan. Aliran terjadi pada arah aksial, meski demikian terdapat pula aliran pada arah radial. Aliran ini akan mendominasi jika sudu berada dekat dengan dasar tangki. Ukuran d/D pengaduk dipilih dengan mempertimbangan power number (N_p) minimum yang diperlukan untuk menurunkan tegangan permukaan asbuton. Pada tangki berpengaduk juga dipasang *baffle* untuk mengurangi terjadinya *vortex* yang dipasang secara vertikal pada dinding tangki. Tangki pengaduk juga dilengkapi dengan system pemanas berupa *water bath* sehingga proses pemasakan bitumen akan lebih sempurna. Suhu *water bath* diatur pada 90 °C.



Keterangan Gambar:

1. Pengaduk
2. Tangki pelarutan
3. Baffle
4. Waterbath
5. *Thermocouple*
6. Pengatur rpm
7. Pengatur suhu

Gambar 3.2 Rangkaian Alat Percobaan

Asbuton dan solar ditimbang dengan perbandingan 40% : 60%; 50% : 50%; 60% : 40%. Proses *pre-mixing* dilakukan dengan memasukkan campuran asbuton-solar

sesuai variabel ke dalam tangki pengaduk, dengan *waterbath* diatur suhu 90 °C. Kemudian diaduk dengan kecepatan 250 rpm selama 15 menit. *Solar* dipilih sebagai *penetrating agent* karena merupakan pelarut organik yang memiliki viskositas relatif rendah. Selanjutnya ditambahkan larutan surfaktan SLAS + NaOH sebanyak 20%; 25%; 30%; 35% terhadap campuran asbuton-solar. Dengan konsentrasi surfaktan SLAS + NaOH 0,5%; 1%; 2%; dan 3% terhadap jumlah larutan surfaktan (air). Perbandingan SLAS dan NaOH di dalam larutan adalah 50% : 50% untuk semua variabel. Surfaktan merupakan *chemical additive*, atau zat kimia tambahan yang digunakan untuk menurunkan tegangan permukaan, sehingga efek pembasahan (*wetting*) dapat terjadi dan membuat campuran bitumen yang telah turun viskositasnya mudah terlepas dari mineral. Suhu tinggi (90 °C) juga membantu menurunkan tegangan permukaan asbuton dan meningkatkan.

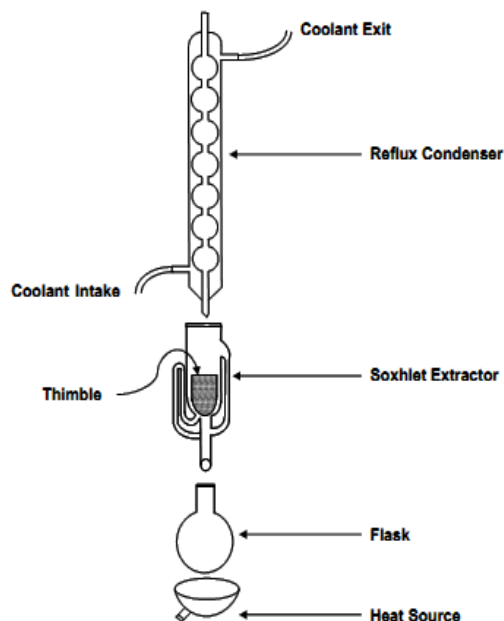
Pada proses utama dilakukan dengan kecepatan pengaduk 1500 rpm selama 30 menit. Pengadukan yang tinggi akan menurunkan shear stress (tegangan permukaan) asbuton dan kelarutan bitumen ke dalam solar meningkat. Kehadiran larutan surfaktan diharapkan juga mampu membantu menurunkan tegangan permukaan asbuton. Selain itu, fungsi surfaktan juga diharapkan mampu mengikat mineral yang ada di dalam asbuton (kalsium dan magnesium), sehingga pada proses pemisahan bitumen dan mineral sudah terpisah sempurna. Untuk menjaga suhu konstan, peralatan *thermocouple* dan pengatur suhu.

Setelah proses pengadukan selesai, proses selanjutnya adalah pemisahan. Proses pemisahan menggunakan media larutan garam. Konsentrasi larutan garam 3,5%, mirip dengan *brine*. Diharapkan dengan adanya larutan garam campuran *bitumen-solar* terpisah sempurna dengan mineral dan tidak berinteraksi kembali. Dimana densitas larutan garam lebih besar dari campuran *bitumen-solar* namun lebih kecil dari densitas mineral kapur. Larutan garam (3.5%) disiapkan ±1000 mL di dalam beaker glass, kemudian hasil proses pengadukan dari tangki pengaduk dituang ke dalamnya. Selanjutnya didiamkan selama ± 24 jam dan akan terbentuk 3 lapisan. Lapisan atas adalah campuran *bitumen-solar*, lapisan tengah adalah mineral-air, dan lapisan bawah adalah mineral, sisa bitumen yang belum terecovery. Lapisan teratas diambil dan dilakukan analisa densitasnya. Densitas yang diperoleh diplotkan dengan **Gambar B-1** untuk mengetahui konsentrasi bitumen di dalam campuran solar-bitumen. Untuk lapisan

bawah (mineral) dimasukkan ke dalam larutan asam sitrat (5%) sebanyak ± 1000 mL, dan didiamkan ± 48 jam. Lapisan teratas diambil kembali dan dicampurkan dengan lapisan atas pada pemisahan pertama. Kemudian dilakukan analisa densitas kembali dan diplotkan dengan **Gambar B-1** untuk mengetahui %*recovery* yang dihasilkan. Prosedur di atas diulang untuk setiap variabel.

3.2.3 Tahap Analisa Kadar Bitumen

Tahap ini adalah untuk mengetahui kondisi optimal pada pemisahan bitumen dari asbuton yang dihasilkan, meliputi analisa kadar bitumen awal dan analisa kadar bitumen hasil penelitian, sehingga dapat diperoleh %*recovery* yang merupakan selisih dari kadar awal dan hasil proses pemisahan.



Gambar 3.3 Rangkaian Peralatan Ekstraksi

a. Analisa Kadar Bitumen Awal

Pada analisa kadar bitumen awal terlebih dahulu dilakukan penghilangan kadar air pada Asbuton dengan pemanasan dalam oven pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$. Kemudian menentukan kadar mineral dengan menimbang berat asbuton, selanjutnya melakukan ekstraksi hingga larutan berwarna bening menggunakan peralatan ekstraksi soklet. Pelarut yang digunakan pada tahap analisa kadar bitumen awal yaitu kloroform karena

merupakan pelarut yang baik untuk senyawa organik (bitumen) sesuai SNI 03-3640-1994 (Balitbang-Dinas PU).

b. Analisa Kadar Bitumen dari Hasil Penelitian

Untuk mengetahui konsentrasi bitumen, densitas campuran bitumen dan *solar* dari lapisan atas diukur menggunakan piknometer. Untuk mempermudah analisa kadar bitumen, membuat campuran larutan bitumen murni dengan penambahan *solar* pada berbagai konsentrasi. Dan diperoleh kurva kalibrasi antara ρ vs konsentrasi bitumen dalam *solar*. Dengan bantuan kurva kalibrasi, kadar bitumen hasil percobaan dapat diperoleh dengan cara mem-*plot* nilai ρ yang diperoleh pada kurva kalibrasi bitumen.

$$\text{Kadar Bitumen} = \frac{\text{Massa Bitumen Terekstrak}}{\text{Massa Asbuton}} \times 100\%$$

3.2.4 Analisa Data

Analisa dilakukan untuk mengetahui *%recovery* bitumen yang diperoleh. *%Recovery* didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah bitumen yang terpisah pada akhir proses pemisahan terhadap jumlah bitumen awal yang terkandung dalam Asbuton. *%Recovery* bitumen:

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{Massa Bitumen Terpisah}}{\text{Massa Bitumen Awal}} \times 100\%$$

3.3 Bahan

1. Asbuton Kabungka
2. Air panas (*hot water*)
3. Surfaktan Sodium Laureth Sulfat (SLAS)
4. NaOH (Natrium Hidroksida)
5. *Solar*
6. Chlorofom

7. Garam
8. Asam Sitrat

3. 4. Alat

1. Tangki berpengaduk dan perlengkapannya
2. Ekstraktor soklet
3. Labu ukur 500 mL dan 1000 mL
4. Gelas ukur 10 mL
5. Beaker glass 100 mL, 600 mL, dan 1000 mL
6. Corong gelas
7. Kertas saring
8. Erlenmeyer 500 mL dan 1000 mL
9. Timbangan elektrik
10. Spatula
11. *Stopwatch*
12. *Hot plate*
13. *Thermocouple*
14. *Crusher / Hammer*
15. Piknometer

3.5 Variabel Penelitian

3.5.1 Variabel Tetap

1. Jenis *impeller* : *disc turbine*
2. Kecepatan putar pengaduk : *pre-mixing* 200 rpm (hot water) (I)
dan *main-mixing* 1500 rpm (hot water) (II)
3. Waktu pengadukan : 15 menit (I) dan 30 menit (II)
4. Suhu *water bath* : 90 °C
5. Konsentrasi larutan garam : 3,5%
6. Konsentrasi citric acid : 5%

3.5.2 Variabel Berubah

1. Penambahan *solar* : 40%, 50%, 60% (% massa) terhadap campuran *asbuton-solar*
2. Konsentrasi surfaktan : 0,5%; 1%; 2%; 3% (% massa dalam air)
3. Jumlah larutan surfaktan: 20%; 25%; 30% dan 35% (% massa dari campuran)

3.5.3 Variabel Respon

%Recovery bitumen:

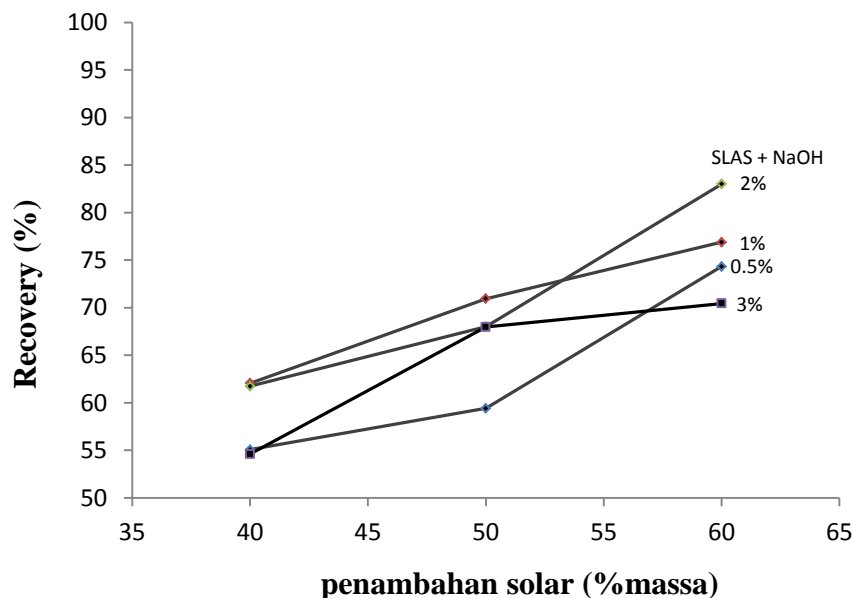
$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{Massa Bitumen Terpisah}}{\text{Massa Bitumen Awal}} \times 100\%$$

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pemisahan bitumen aspal alam asbuton menggunakan hot water terdiri dari dua tahapan proses, yakni proses pemasakan (*digesting*) dan proses pemisahan (*separation*). *Diluent* yang ditambahkan untuk menurunkan viskositas dari asbuton sehingga bisa membantu efektivitas dari proses pemasakan (Mirsa, 1982). Pada penelitian ini digunakan solar sebagai *penetrating agent*, surfaktan Sodium Laureth Sulfate (SLAS) sebagai *wetting agent*, dan NaOH sebagai wetting sekaligus *sealing agent*. Pemasakan (*digesting*) dilakukan 2 tahap, *pre-mixing* dilakukan selama 15 menit dengan pengadukan 250 rpm dan suhu 90 °C. Kedua, *mixing* dilakukan selama 30 menit dengan pengadukan 1500 rpm dan suhu 90 °C. Pada *mixing* ditambahkan NaOH dan SLAS sehingga pemisahan bitumen mendapatkan hasil optimal.

4. 1. Pengaruh penambahan solar terhadap %recovery bitumen untuk penambahan larutan surfaktan 20% dengan konsentrasi 0,5% – 3%.



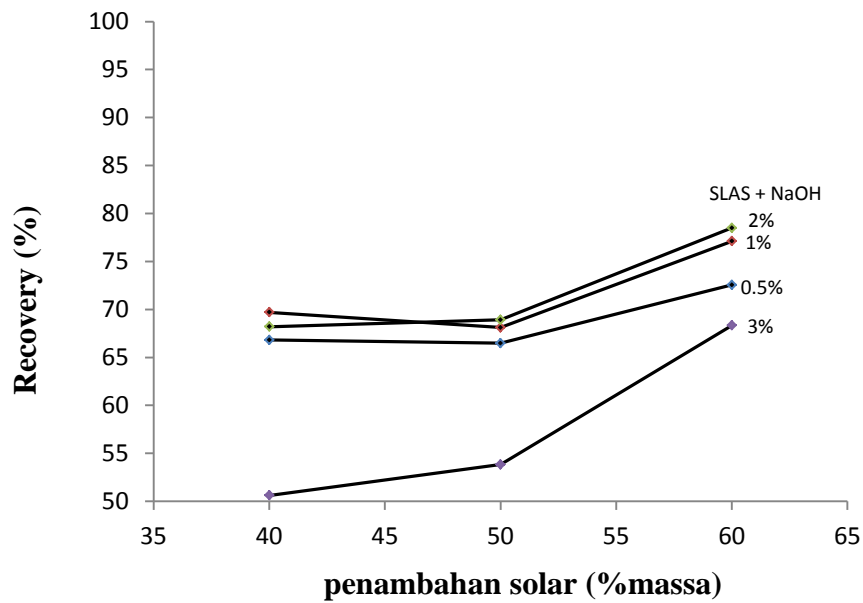
Gambar 4.1. Pengaruh penambahan solar terhadap %recovery bitumen untuk penambahan larutan surfaktan 20% dengan konsentrasi 0.5%; 1%; 2%; dan 3%

Gambar 4.1 menunjukkan terjadi peningkatan %recovery pada kenaikan penambahan solar dari 40% hingga 60% untuk konsentrasi surfaktan yang sama. Lebih banyak massa

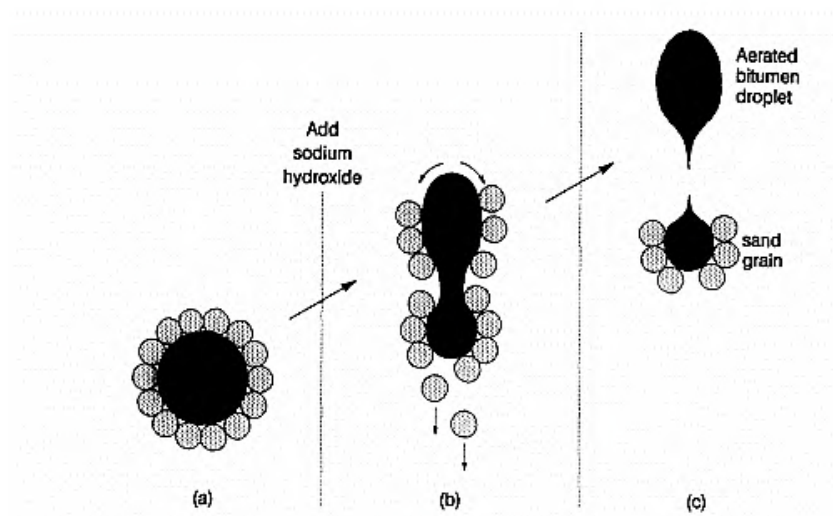
solar yang ditambahkan, akan semakin menurunkan viskositas bitumen. Sehingga %recovery yang diperoleh lebih besar. Begitu juga pada ratio penambahan solar yang lebih sedikit, %recovery yang diperoleh juga lebih kecil. **Gambar 4.1** juga menunjukkan untuk penambahan solar 40%, %recovery naik pada kenaikan konsentrasi 0,5% hingga 2%, namun turun pada konsentrasi 3%. Untuk penambahan solar 50%, %recovery turun ketika diatas konsentrasi 1%. Dan untuk penambahan solar 60%, %recovery tertinggi pada konsentrasi 2%. Penambahan *Natrium Hidroksida* akan meningkatkan alkalinity pada proses ekstraksi. Terjadi interaksi dengan bitumen dan membentuk surfaktan alami berupa gugus karboksilat. Surfaktan karboksilat akan menangkap kalsium dan magnesium yang ada di dalam mineral. Namun, kemampuan menangkap ini menurun jika kehadiran *Natrium Hidroksida* terlalu tinggi didalam campuran (Bakhtiari,2015). Penambahan larutan NaOH yang terlalu tinggi mendispersi partikel mineral (Mirsa, 1982), sehingga ukuran partikel menjadi kecil dan menempel pada bitumen. Hal ini terjadi pada konsentrasi surfaktan 3%, %recovery yang diperoleh lebih kecil dibandingkan konsentrasi dibawah 3%. Untuk penambahan larutan surfaktan 20%, %recovery bitumen tertinggi diperoleh pada penambahan solar 60%, konsentrasi surfaktan 2% sebesar 83.00%.

4. 2. Pengaruh penambahan solar terhadap %recovery bitumen untuk penambahan larutan surfaktan 25% dengan konsentrasi 0,5% – 3%.

Penambahan larutan surfaktan, juga meningkatkan %recovery bitumen. **Gambar 4.2** merupakan pengaruh penambahan solar terhadap %recovery bitumen untuk penambahan larutan surfaktan 25%, dengan konsentrasi surfaktan 0,5% - 3%. **Gambar 4.2** menunjukkan kemiripan dengan **Gambar 4.1**, terjadi peningkatan %recovery pada kenaikan penambahan solar dari 40% hingga 60%. Untuk penambahan solar 40%, %recovery naik pada konsentrasi surfaktan 0,5% ke 1%, namun turun pada konsentrasi 2% - 3%.



Gambar 4.2. Pengaruh penambahan solar terhadap %recovery bitumen untuk penambahan larutan surfaktan 25% dengan konsentrasi 0.5%; 1%; 2%; dan 3%



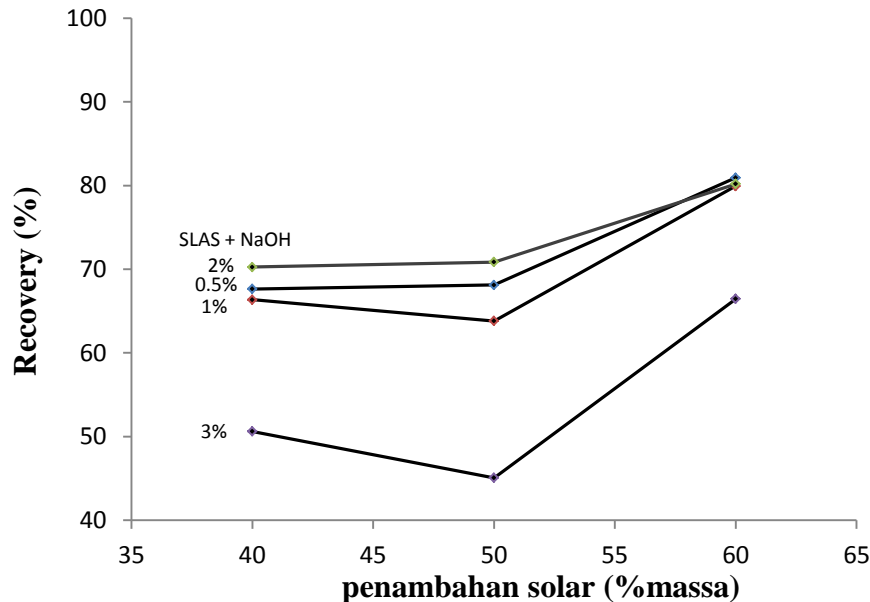
Gambar 4.3. Pengaruh penambahan *Sodium Hidroksida* (NaOH) sebagai *sealing agent* (a) kondisi awal oil and sand sebelum ditambahkan *Sodium hidroksida*, (b) fenomena *Natriumm Hidroksida* sebagai *sealing agent* melapisi lapisan mineral sehingga tidak berikatan kembali dengan bitumen, (c) bitumen terpisah dari mineral akibat aksi *sealing agent* (Sumber : Dai 1996)

Untuk penambahan solar 50%, %recovery naik pada konsentrasi 0,5% hingga 2%, namun turun pada konsentrasi 3%. Dan untuk penambahan solar 60%, sama seperti penambahan solar 50%, namun %recovery yang diperoleh lebih tinggi. Sama seperti penambahan larutan surfaktan 20%, pada penambahan larutan surfaktan 25%, penambahan NaOH membentuk surfaktan alami berupa gugus karboksilat. Surfaktan karboksilat akan menangkap kalsium dan magnesium yang ada di dalam mineral. Hal ini terjadi pada konsentrasi surfaktan 0,5% hingga 2%. Peningkatan konsentrasi NaOH dan SLAS meningkatkan %recovery. Namun, kinerja NaOH dan SLAS menurun ketika konsentrasi terlalu tinggi didalam campuran (*Bakhtiari,2015*). **Gambar 4.3** menunjukkan mekanisme pelapisan Natrium Hidroksida pada permukaan bitumen. Seperti yang terjadi pada konsentrasi NaOH dan SLAS 3%. %recovery tertinggi untuk penambahan larutan surfaktan 25%, diperoleh pada penambahan solar 60%, konsentrasi surfaktan 2% sebesar 78.48%.

4. 3. Pengaruh penambahan solar terhadap %recovery bitumen untuk penambahan larutan surfaktan 30% dengan konsentrasi 0,5% – 3%.

Gambar 4.4 menunjukkan pengaruh penambahan solar terhadap %recovery untuk penambahan larutan surfaktan 30%, dengan konsentrasi surfaktan 0,5% - 3%. **Gambar 4.4** menunjukkan kemiripan dengan **Gambar 4.1** dan **Gambar 4.2**, terjadi peningkatan %recovery pada kenaikan penambahan solar dari 40% hingga 60%. Untuk penambahan solar 40%, %recovery naik pada konsentrasi 0,5% hingga 2%, namun turun pada konsentrasi 3%. Untuk penambahan solar 50%, sama seperti pada penambahan solar 40%. %recovery meningkat pada konsentrasi 0,5% hingga 2%, namun turun pada konsentrasi 3%. Dan untuk penambahan solar 60%, %recovery tertinggi pada konsentrasi 1%. %recovery meningkat pada konsentrasi 0,5% hingga 1%, namun turun pada konsentrasi 2% hingga 3%. Sama seperti penambahan larutan surfaktan 20% dan 25%, pada penambahan larutan surfaktan 30%, %recovery bitumen dipengaruhi penambahan solar dan konsentrasi surfaktan NaOH dan SLAS. Kehadiran NaOH membentuk surfaktan alami berupa gugus karboksilat yang bekerja bersama surfaktan SLAS untuk meningkatkan %recovery. Namun jumlah (konsentrasi) NaOH yang terlalu tinggi juga menurunkan %recovery. Karena mendispersi mineral dan

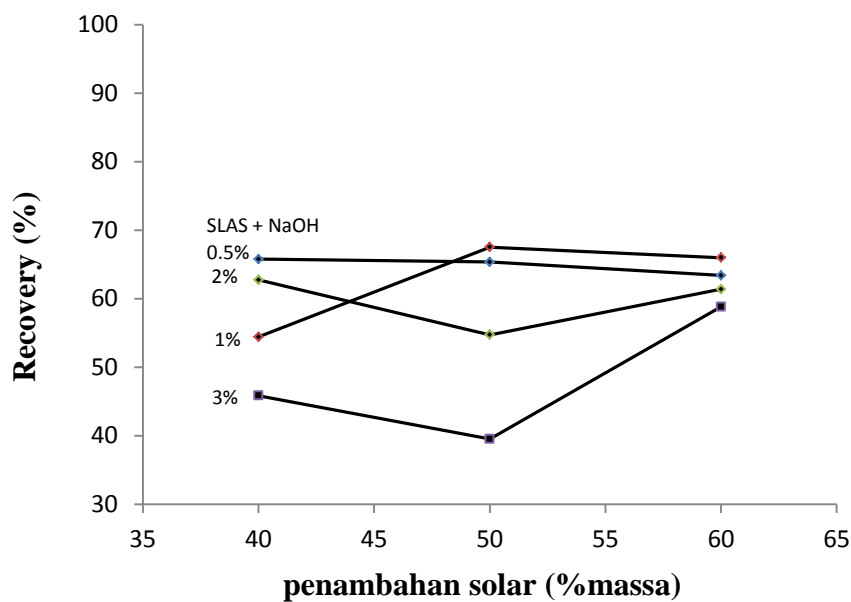
membentuk partikel dengan ukuran sangat kecil yang menyebabkan sulit dipisahkan dengan bitumen (*Mirsa, 1982*).



Gambar 4.4. Pengaruh penambahan solar terhadap %recovery bitumen untuk penambahan larutan surfaktan 30% dengan konsentrasi 0.5%; 1%; 2%; dan 3%

4. 4. Pengaruh penambahan solar terhadap %recovery bitumen untuk penambahan larutan surfaktan 35% dengan konsentrasi 0,5% – 3%.

Gambar 4.5 menunjukkan pengaruh penambahan solar terhadap %recovery untuk penambahan larutan surfaktan 35%, dengan konsentrasi surfaktan 0,5% - 3%. **Gambar 4.5** menunjukkan tidak semua variabel penambahan solar meningkatkan %recovery. Untuk penambahan solar 40%, %recovery tertinggi terjadi pada konsentrasi 0,5%, namun turun pada konsentrasi 1% hingga 3%. Untuk penambahan solar 50%, %recovery naik pada konsentrasi surfaktan 0,5% hingga 1%, namun turun pada konsentrasi 2% hingga 3%. Dan untuk penambahan solar 60%, sama seperti penambahan solar 50% namun %recovery yang diperoleh lebih rendah. Penambahan larutan NaOH yang terlalu tinggi mendispersi partikel mineral (*Mirsa, 1982*), sehingga ukuran partikel menjadi kecil dan menempel pada bitumen.



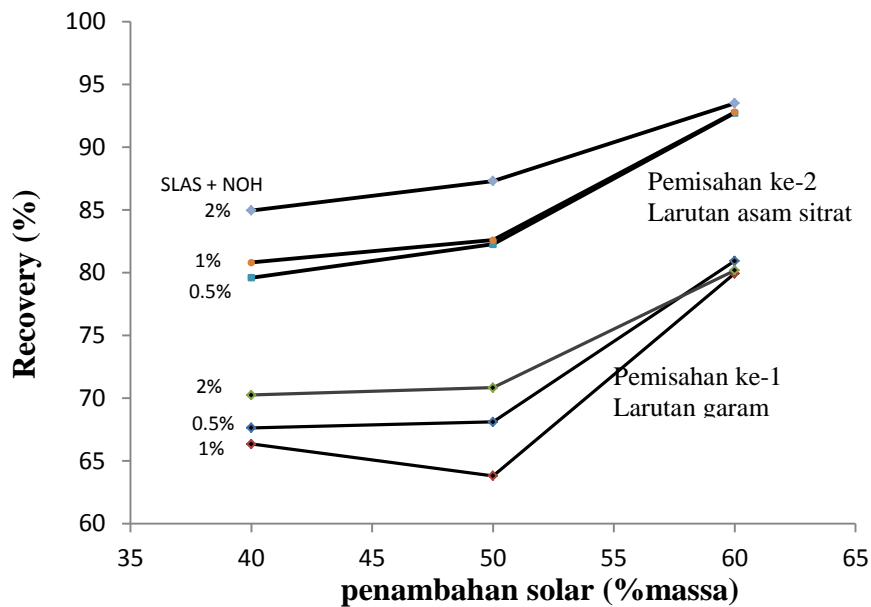
Gambar 4.5. Pengaruh penambahan solar terhadap %recovery bitumen untuk penambahan larutan surfaktan 35% dengan konsentrasi 0.5%; 1%; 2%; dan 3%

Dari **Gambar 4.1**, **Gambar 4.3**, **Gambar 4.4** dan **Gambar 4.5** terjadi peningkatan %recovery bitumen pada penambahan larutan surfaktan dari 20% ke 30%. Namun pada penambahan larutan surfaktan diatas 30% justru menurunkan %recovery bitumen. Hal ini disebabkan, jumlah larutan surfaktan berlebih menyebabkan terjadinya emulsi dan mendispersi mineral (*Mirsa, 1982*). Sehingga mineral yang seharusnya turun menjadi naik membentuk lapisan solar-bitumen-mineral. Dimana seharusnya bitumen naik terikut turun. Berdasarkan penelitian %recovery tertinggi adalah 83.00% pada penambahan solar 60% dan penambahan larutan surfaktan 20% dan konsentrasi 2%.

4. 5. Pengaruh Penggunaan Larutan Asam Sitrat pada pemisahan kedua, setelah pemisahan pertama dengan larutan garam terhadap %recovery bitumen.

Penelitian terdahulu (*Yuda,2015*) menggunakan larutan garam pada proses pemisahan. Penggunaan larutan garam didasari pada densitas larutan garam yang lebih tinggi dari air akan mempermudah proses pemisahan. Pada penelitian ini, digunakan dua tahap proses pemisahan, yang pertama dengan larutan garam 3,5% dan yang kedua dengan larutan *Asam Sitrat* 5%. *Asam Sitrat* merupakan asam lemah yang mengandung 3 gugus karboksilat dengan kelarutan yang cukup tinggi di dalam air (*SIDS,2001*).

Gugus karboksilat merupakan surfaktan yang mampu mengikat kalsium dan magnesium yang ada didalam mineral (Bakhtiari,2015). Penggunaan *Asam Sitrat* pada pemisahan kedua mampu meningkatkan %recovery bitumen, dan meningkatkan recovery pelarut (solar). Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.6**.



Gambar 4.6. Pengaruh penggunaan larutan citric acid pada pemisahan kedua setelah pemisahan pertama dengan larutan garam pada penambahan larutan surfaktan 30%

Dari **Gambar 4.6** %recovery naik dari 80.18% menjadi 93.50% dengan pemisahan menggunakan *Asam Sitrat*. Jumlah bitumen meningkat disebabkan bitumen semakin mudah terlepas dari mineral. Mineral yang menempel (berikatan) dengan bitumen diikat oleh gugus karboksilat yang diperoleh dari penambahan *Asam Sitrat*. Perolehan kembali pelarut solar juga meningkat. Jika pada pemisahan dengan larutan garam saja, solar yang tidak diperoleh kembali sekitar 50%. Untuk pemisahan dua tahap dengan larutan *Asam Sitrat* ini, perolehan kembali solar sekitar 70%. Dilakukan validasi hasil analisa dengan kondisi mineral, dengan ekstraksi menggunakan soklet pada mineral bagian bawah. Jumlah solar (dengan sedikit bitumen) di dalam mineral sekitar 30%.

LAMPIRAN A

CARA PERHITUNGAN

1. Perhitungan Kadar Bitumen Awal dalam Asbuton

Untuk menentukan kadar bitumen awal pada asbuton dilakukan ekstraksi asbuton selama 8 jam dengan suhu 70 oC, menggunakan soklet dengan pelarut kloroform (CHCl₃). Dilakukan sebanyak 3 kali percobaan.

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Asbuton kering} &= 19.53 \text{ gram} \\ \text{CHCl}_3 &= 300 \text{ mL} \\ \text{Toperasi} &= 70 \text{ oC} \\ \text{Kertas Saring} &= 1.4 \text{ gram} \\ \text{Mineral + Kertas Saring} &= 17.4 \text{ grm} \\ \text{Mineral} &= 16 \text{ gram} \\ \text{Bitumen terekstrak} &= \text{Berat asbuton} - \text{Berat mineral} \\ &= 19.53 - 16 = 3.53 \text{ gram} \\ \text{Kadar Bitumen} &= \frac{\text{Berat bitumen terekstrak}}{\text{Berat Asbuton}} \times 100\% \\ &= \frac{3.53}{19.53} \times 100\% \\ &= 17.65\%\end{aligned}$$

Analisa kadar bitumen awal dilakukan sebanyak 3 kali kemudian dihitung rata-rata kadar bitumen awal :

Tabel A. 1. Kadar Bitumen Awal

Percobaan Ke -	Kadar Bitumen awal (%)
1	17.65
2	18.00
3	18.59
Rata - rata	18.08

2. Pembuatan dan Penambahan Larutan Surfaktan + NaOH

- Pembuatan Larutan Surfaktan 0.5%
(pembuatan 1000 gram)
$$\text{Berat SLAS} = 0.5\% \times 1000$$
$$= 5 \text{ gram}$$

Sebanyak 5 gram liquid surfaktan SLAS ditambahkan dengan air sebanyak 995 gram
- Pembuatan Larutan NaOH 0.5%
(pembuatan 1000 gram)
$$\text{Berat NaOH} = 0.5\% \times 1000$$
$$= 5 \text{ gram}$$

Sebanyak 5 gram padatan NaOH ditambahkan dengan air sebanyak 995 gram
- Penambahan Surfaktan + NaOH
(penambahan 20%)
$$\text{Berat asbuton + solar} = 500 \text{ gram}$$
$$\text{Berat larutan surfaktan} = 20\% \times 500$$
$$= 100 \text{ gram}$$

3. Penambahan Solar

Massa asbuton merupakan variabel tetap sebanyak 300 gram

- Untuk Asbuton : Solar = 60% : 40%
$$\text{Massa solar} = \frac{40\%}{60\%} \times 300 \text{ gram}$$
$$= 200 \text{ gram}$$
- Untuk Asbuton : Solar = 50% : 50%
$$\text{Massa solar} = \frac{50\%}{50\%} \times 300 \text{ gram}$$
$$= 300 \text{ gram}$$
- Untuk Asbuton : Solar = 40% : 60%
$$\text{Massa solar} = \frac{60\%}{40\%} \times 300 \text{ gram}$$
$$= 450 \text{ gram}$$

4. Perhitungan Konsentrasi Bitumen yang diperoleh

Analisa kadar bitumen dalam larutan dengan cara mengukur densitas campuran solar bitumen :

1. Grafik hubungan densitas (ρ) terhadap konsentrasi bitumen telah diperoleh
2. Mengukur densitas lapisan atas (bitumen + solar) dengan piknometer
3. Dengan bantuan kurva kalibrasi, mem-plot densitas (ρ) yang diperoleh pada grafik hubungan ρ terhadap konsentrasi bitumen.

5. Perhitungan %Recovery Bitumen

$$\% \text{Recovery} = \frac{\text{Massa bitumen hasil penelitian}}{\text{Massa bitumen awal}} \times 100\%$$

Contoh :

- Massa bitumen awal = massa asbuton x %bitumen
= 300×18.08
= 54.24 gram
- Hasil penelitian,
Variabel :
Ration asbuton : solar = 40% : 60%
Konsentrasi surfaktan = 2%
Larutan surfaktan = 30%
Hasil :
Densitas lapisan atas = 0.89 gram/mL
Massa lapisan atas = 351.1 gram
Konsentrasi bitumen = 14.44 % (berdasarkan densitas)
Bitumen yang diperoleh = $14.44\% \times 351.1$
= 50.71 gram
 $\% \text{Recovery} = \frac{50.71}{54.24} \times 100\%$
= 93.50%

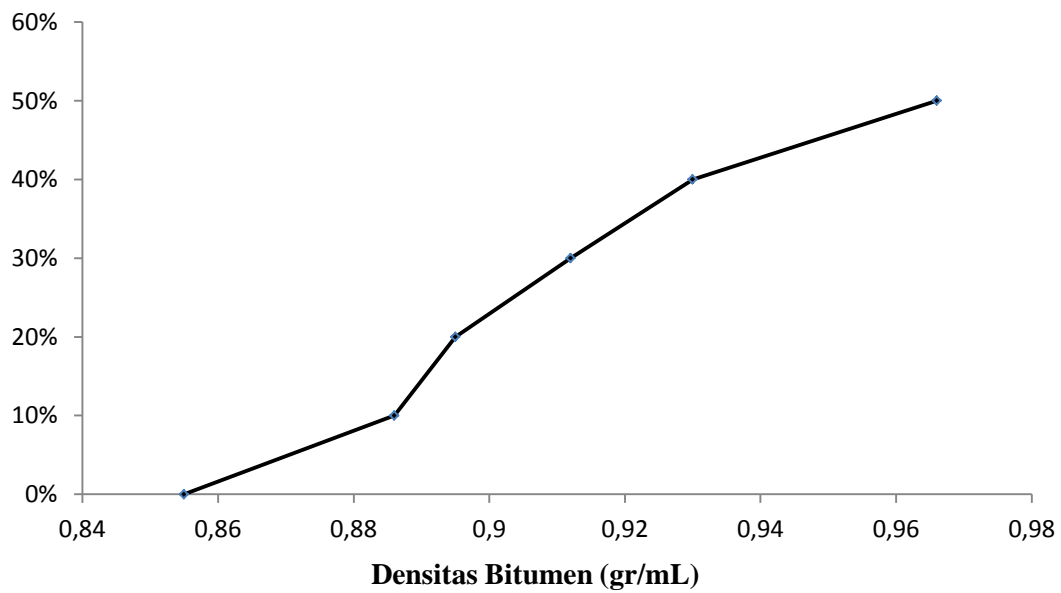
LAMPIRAN B
DATA HASIL EKTRAKSI

B. 1. Hubungan Konsentrasi dengan Densitas Bitumen

Tabel B. 1. Hubungan Konsentrasi dengan Densitas Bitumen

%c	ρ
0%	0,855
10%	0,886
20%	0,895
30%	0,912
40%	0,93
50%	0,966

Konsentrasi Bitumen



Gambar B. 1. Hubungan Konsentrasi dengan Densitas Bitumen di dalam Solar

B. 2. Hasil Penelitian untuk Ratio Asbuton : Solar = 60% : 40%

Tabel B. 2. Hasil Penelitian Satu Pemisahan untuk ratio asbuton : solar = 60% : 40%

No	Asbuton		Solar		Surfaktan + NaOH		Pemisahan		
	w/w	massa (gr)	w/w	massa (gr)	w/w	Konsentrasi	massa (gr)	Density (gr/mL)	Recovery
1	60%	300	40%	200	20%	0,5%	94,32	0,915	55,07%
2	60%	300	40%	200	20%	1,0%	102,7	0,917	62,06%
3	60%	300	40%	200	20%	2%	109,6	0,913	61,74%
4	60%	300	40%	200	20%	3%	96,91	0,913	54,59%
5	60%	300	40%	200	25%	0,5%	114,45	0,915	66,82%
6	60%	300	40%	200	25%	1,0%	119,39	0,915	69,70%
7	60%	300	40%	200	25%	2,0%	118,91	0,914	68,20%
8	60%	300	40%	200	25%	3,0%	88,13	0,916	50,61%
9	60%	300	40%	200	30%	0,5%	117,92	0,914	67,64%
10	60%	300	40%	200	30%	1,0%	115,68	0,914	66,35%
11	60%	300	40%	200	30%	2,0%	118,25	0,916	70,25%
12	60%	300	40%	200	30%	3,0%	85,2	0,916	50,61
13	60%	300	40%	200	35%	0,5%	110,73	0,916	65,78%
14	60%	300	40%	200	35%	1,0%	91,63	0,916	54,43%
15	60%	300	40%	200	35%	2%	107,48	0,915	62,75%
16	60%	300	40%	200	35%	3%	77,18	0,916	45,85%

B. 3. Hasil Penelitian Untuk Ratio Asbuton : Solar = 50% : 50%

Tabel B. 3. Hasil Penelitian Satu Pemisahan untuk ratio asbuton : solar = 50% : 50%

No	Asbuton		Solar		Surfaktan + NaOH		Pemisahan		
	w/w	massa (gr)	w/w	massa (gr)	w/w	Konsentrasi	massa (gr)	Density (gr/mL)	Recovery
1	50%	300	50%	300	20%	0,50%	181,28	0,893	59,42%
2	50%	300	50%	300	20%	1%	192,4	0,895	70,94%
3	50%	300	50%	300	20%	2%	184,43	0,895	68,01%
4	50%	300	50%	300	20%	3%	189,89	0,894	67,96%
5	50%	300	50%	300	25%	0,5%	190,89	0,894	66,48%
6	50%	300	50%	300	25%	1%	195,59	0,894	68,11%
7	50%	300	50%	300	25%	2%	197,88	0,894	68,91%
8	50%	300	50%	300	25%	3%	146,02	0,895	53,84%
9	50%	300	50%	300	30%	0,5%	195,59	0,894	68,11%
10	50%	300	50%	300	30%	1%	194,71	0,893	63,82%
11	50%	300	50%	300	30%	2%	216,14	0,893	70,84%
12	50%	300	50%	300	30%	3%	122,23	0,895	45,07%
13	50%	300	50%	300	35%	0,5%	187,7	0,894	65,37%
14	50%	300	50%	300	35%	1,0%	193,91	0,894	67,53%
15	50%	300	50%	300	35%	2%	178,14	0,892	54,74%
16	50%	300	50%	300	35%	3%	107,2	0,895	39,53%

B. 4. Hasil Penelitian Untuk Ratio Asbuton : Solar = 40% : 60%**Tabel B. 4. Hasil Penelitian Satu Pemisahan untuk ratio asbuton : solar = 40% : 60%**

No	Asbuton		Solar		Surfaktan + NaOH		Pemisahan		
	w/w	massa (gr)	w/w	massa (gr)	w/w	Konsentras	massa (gr)	Density (gr/mL)	Recovery
1	40%	300	60%	450	20%	0,50%	259,18	0,891	74,33%
2	40%	300	60%	450	20%	1%	288,7	0,89	76,88%
3	40%	300	60%	450	20%	2%	311,69	0,89	83,00%
4	40%	300	60%	450	20%	3%	264,48	0,89	70,43%
5	40%	300	60%	450	25%	0,5%	272,47	0,89	72,56%
6	40%	300	60%	450	25%	1%	289,56	0,89	77,11%
7	40%	300	60%	450	25%	2%	294,71	0,89	78,48%
8	40%	300	60%	450	25%	3%	256,61	0,89	68,34%
9	40%	300	60%	450	30%	0,5%	303,91	0,89	80,93%
10	40%	300	60%	450	30%	1%	300,2	0,89	79,95%
11	40%	300	60%	450	30%	2%	301,1	0,89	80,18%
12	40%	300	60%	450	30%	3%	249,54	0,89	66,45%
13	40%	300	60%	450	35%	0,5%	221,07	0,891	63,40%
14	40%	300	60%	450	35%	1,0%	230,07	0,891	65,98%
15	40%	300	60%	450	35%	2%	214,07	0,891	61,39%
16	40%	300	60%	450	35%	3%	220,85	0,89	58,81%

LAMPIRAN C
DATA HASIL PEMISAHAN DENGAN CITRIC ACID SETELAH LARUTAN GARAM

C. Hasil Penelitian untuk Dua Pemisahan (larutan garam dan citric acid)

C. 1. Untuk ratio asbuton : solar = 60% : 40%

Tabel C. 1. Hasil Penelitian Satu Pemisahan untuk ratio asbuton : solar = 60% : 40%

No	Asbuton		Solar		Surfaktan + NaOH		Pemisahan		
	w/w	massa (gr)	w/w	massa (gr)	w/w	Konsentrasi	massa (gr)	Density (gr/mL)	Recovery
1	60%	300	40%	200	20%	0,5%	122,43	0,914	70,22%
2	60%	300	40%	200	20%	1,0%	121,19	0,917	73,24%
3	60%	300	40%	200	20%	2%	142,13	0,912	78,61%
4	60%	300	40%	200	20%	3%	117,11	0,913	65,97%
5	60%	300	40%	200	25%	0,5%	134,06	0,915	78,27%
6	60%	300	40%	200	25%	1,0%	137,83	0,915	80,47%
7	60%	300	40%	200	25%	2,0%	142,71	0,914	81,86%
8	60%	300	40%	200	30%	0,5%	138,77	0,914	79,60%
9	60%	300	40%	200	30%	1,0%	140,89	0,914	80,81%
10	60%	300	40%	200	30%	2,0%	143	0,916	84,95%
11	60%	300	40%	200	35%	0,5%	134,15	0,916	79,69%
12	60%	300	40%	200	35%	1,0%	112,93	0,916	67,09%
13	60%	300	40%	200	35%	2%	121,88	0,915	71,16%

C. 2. Untuk ratio asbuton : solar = 50% : 50%

Tabel C. 2. Hasil Penelitian Satu Pemisahan untuk ratio asbuton : solar = 50% : 50%

No	Asbuton		Solar		Surfaktan + NaOH		Pemisahan		
	w/w	massa (gr)	w/w	massa (gr)	w/w	Konsentrasi	massa (gr)	Density (gr/mL)	Recovery
1	50%	300	50%	300	20%	0,50%	246,47	0,892	75,73%
2	50%	300	50%	300	20%	1%	233,63	0,894	81,36%
3	50%	300	50%	300	20%	2%	239,83	0,894	85,83%
4	50%	300	50%	300	20%	3%	232,39	0,894	80,93%
5	50%	300	50%	300	25%	0,5%	232	0,894	80,79%
6	50%	300	50%	300	25%	1%	233,01	0,894	81,14%
7	50%	300	50%	300	25%	2%	237,47	0,894	82,70%
8	50%	300	50%	300	30%	0,5%	236,21	0,894	82,26%
9	50%	300	50%	300	30%	1%	252,01	0,893	82,60%
10	50%	300	50%	300	30%	2%	266,34	0,893	87,30%
11	50%	300	50%	300	35%	0,5%	212,45	0,894	73,98%
12	50%	300	50%	300	35%	1,0%	220,31	0,894	76,72%
13	50%	300	50%	300	35%	2%	247,08	0,891	70,86%

C. 3. Untuk ratio asbuton : solar = 40% : 60%

Tabel C. 3. Hasil Penelitian Satu Pemisahan untuk ratio asbuton : solar = 40% : 60%

No	Asbuton		Solar		Surfaktan + NaOH		Pemisahan		
	w/w	massa (gr)	w/w	massa (gr)	w/w	Konsentrasi	massa (gr)	Density (gr/mL)	Recovery
1	40%	300	60%	450	20%	0,50%	348,82	0,889	85,75%
2	40%	300	60%	450	20%	1%	332	0,89	88,41%
3	40%	300	60%	450	20%	2%	366,69	0,889	90,14%
4	40%	300	60%	450	20%	3%	284,84	0,89	75,85%
5	40%	300	60%	450	25%	0,5%	331,11	0,89	88,18%
6	40%	300	60%	450	25%	1,0%	338,76	0,89	90,21%
7	40%	300	60%	450	25%	2,0%	342,91	0,89	91,32%
8	40%	300	60%	450	30%	0,5%	348,18	0,89	92,72%
9	40%	300	60%	450	30%	1%	348,4	0,89	92,78%
10	40%	300	60%	450	30%	2%	351,1	0,89	93,50%
11	40%	300	60%	450	35%	0,5%	289,79	0,891	83,11%
12	40%	300	60%	450	35%	1,0%	290,79	0,891	83,40%
13	40%	300	60%	450	35%	2%	286,79	0,89	76,37%

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

KESIMPULAN

- 1 %Recovery bitumen meningkat pada peningkatan penambahan solar dari 40% dengan %recovery 45,85% - 70,25% ke 60% dengan %recovery 58,81% - 83,00%.
- 2 Sebagian besar %recovery bitumen meningkat pada kenaikan konsentrasi surfaktan SLAS dan NaOH dari 0.5% - 2%. Dari 55,07% - 80,93% ke 61,39 – 83,00%. Dan hampir seluruhnya, pada konsentrasi surfaktan 3% menunjukkan kecenderungan %recovery turun mencapai 45,85%.
- 3 Sebagian besar %recovery bitumen meningkat pada kenaikan penambahan larutan surfaktan dari 20% - 30%. Dari 50,61% hingga 83,00%. Namun turun pada penambahan larutan surfaktan diatas 35% mencapai 45,85%.
- 4 Hasil tertinggi dari %recovery penelitian menggunakan surfaktan SLAS + NaOH, 83.00% pada %konsentraasi surfaktan 2%, %larutan surfaktan 20%, dan perbandingan asbuton : solar = 40% :60%.
- 5 Penggunaan larutan asam sitrat pada pemisahan kedua setelah pemisahan dengan larutan garam meningkatkan %recovery bitumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abid, A. A. & Wahyudi, S. 2014. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton dengan Media Air Panas dan Penambahan Solar serta Surfaktan*. Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS. Surabaya.
- Affandi, F. 2006. *Hasil Pemurnian Asbuton Lawele sebagai Bahan pada Campuran Beraspal untuk Perkerasan Jalan*. Jurnal Jalan – Jembatan, Vol. 23, 6-28.
- Aris. 1997. *Sifat-Sifat Fisis Aspal Hasil Ekstraksi Asbuton Kabungka A dan Kabungka B yang Diekstraksi dengan Pelarut Karbon Tetraklorida (CCl₄) dan Pelarut Naphta*. Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS. Surabaya.
- Bakhtiari, M. T. 2015. *Role of Sodium Hydroxide in Bitumen Extraction : Production of Natural Surfactant and Slime Coating*. Departement of Chemical Engineering, University of Alberta.
- Cannon, M., Devon & Yang S. 2006. *Oil Sands Bitumen Recovery*. Research Department of Chemical Engineering, Saskatchewan University.
- Clark, K.A. & D.S. Paternack. 1920. *The Role of Very Fine Mineral Matter in the Hot Water Separation Process as Applied to Athabaska Bituminous Sand*. Jurnal Research Council of Alberta, Report No.53, 1-22.
- Cullun, D. C. 1994. *Introduction to Surfactant analysis*. Blackie academic & Professional. Glasgow.

- Dai, Q., Chung, K. H. 1996. *Hot Water Extraction Process Mechanism Using Model Oil Sands*. Fuel Processing Technology Elsevier Journal Vol. 75 No.2, 220 – 226.
- Departemen Pekerjaan Umum: Direktorat Jenderal Bina Marga. 2006. *Pemanfaatan Asbuton*. Pedoman Konstruksi dan bangunan No.001–01/BM/2006.
- Departemen Pekerjaan Umum ; Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Asbuton*. Pedoman Konstruksi dan bangunan.
- Duyvesteyn, W., Andy H., Zhixiong C., Xinyue Z. & Chia J.C. 2013. *Extraction of Bitumen From Oil Sands with Hot Water and Pressure Cycles*. Fuel Processing Technology:Elsevier Journal, Vol 106, 460 – 467.
- Dwinurwulan, I., & Diana, P.O. 2009. *Perpindahan Massa pada Ekstraksi Asbuton dengan Pelarut Kerosin*. Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS. Surabaya.
- Hardjono. 1996. *Sifat-sifat Bitumen Ekstrak Aspal Buton Kabungka A dan Kabungka B*. Media Teknik No. 1 Tahun XVIII Edisi Mei.
- Hariyanto, F. 2013. *Sifat, Kegunaan dan Jenis – Jenis Minyak Solar*. web.<http://www.feryhariyanto.blogspot.com/jenis.html>.
- Hera. 2002. *LAS Ingredient Safety Information - Phys-chem, Environmental Hazard and Fate data*. [http://www.heraproject.com/files/HERA LAS RA-final draft for publication August 4 .pdf](http://www.heraproject.com/files/HERA%20LAS%20RA-final%20draft%20for%20publication%20August%204.pdf).

Institut of Petroleum (Great Britain). 1984. *Guidelines for users of the petroleum measurement tables: (API Std 2540 ; IP 200 ; ANSI/ASTM D 1250)*. ([61, New Cavendish St., W1M 8AR]). London

Kumar, R. 1995. *Pilot Plant Studies of A New Hot Water process For Extraction of Bitumen For Utah Tar Sands*. Department of Chemicals and Fuels Engineering, The University of Utah.

Litbang P.U. 2012. *Asbuton Sebagai Alternatif Aspal*. www.litbang.pu.go.id.

Liu, W., Jin, Y., Tan, X. Yeung, A. 2011. *Altering The Wettability of Bitumen-Treated Glass Surfaces with Ionic Surfactant*. Fuel Elsevier Journal 90 (2011) 2858 – 2862.

Matheson, K. L. 1996. Surfactant Raw Materials : Classification, synthesis, and Uses. In : Soap and Detergents : A Theoretical and Pracical Review. Spiltz, L. (Ed). Champaign, Illinois : AOCS Press.

Miller, J. D., Misra, M. 1982. *Hot Water Proess Development For Utah Tar Sands*. Fuel Processing Technology Elsevier Journal, Vol 6, 27 - 59

Misra, M., Miller J. D. 1991. *Comparison of Water-Based Physical Separation Process For U.S.Tar Sands*. Fuel Processing Technology Elsevier Journal.

Nielsen, B., William Y. & Anil K. 1994. *Effects of Temperature and Pressure on Asphaltene Particle Size Distribution in Crude Oils Diluted with n – Pentane*. Industrial Engineering Chemistry Research, Vol 33, 1324 – 1330.

Novitrie, N. A. 2014. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton dengan Media Air Panas dan Penambahan Solar serta Surfaktan*. Laporan Thesis Teknik Kimia FTI – ITS. Surabaya.

PT. Pertamina. 2005. *Bahan Bakar Solar*. Solar Sebagai Bahan Bakar Diesel. www.pertamina.com.

Purwono, S. 2003. *Koefisien Perpindahan Massa pada Pemisahan Aspal Buton dari Kabungka dan Bau-Bau dengan Pelarut n-Heksan*. Forum Teknik Vol. 29, 40-49.

Qomar. 1996. *Penambangan dan Pengolahan Asbuton*. One Day Seminar on Asbuton Technology:Proceeding Vol 1. Ujung Pandang.

Qomary, A. & Suminar D. 2012. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton dengan Proses Hot Water*. Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS. Surabaya.

Quintero, L., Amit P. & Clarence M. 1995. *Interfacial Tensions Between Bitumen and Aqueous Surfactant Solutions by Maximum Bubble Pressure Technique*. Colloid and Surfaces:Elsevier Journal, Vol 98, 35 – 41.

Rachim, F.R., Mirta, E. L., & Thoha, M. Y. 2012. *Pembuatan Surfaktan Natrium Ligno Sulfonat dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Sulfonasi Langsung*. Jurnal Teknik Kimia No.1, vol. 18. Universitas Sriwijaya.

Rohman, A., & Syukra, H. 2014. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton menggunakan Media Air Panas dengan Penambahan Solar serta dan NaOH (Natrium Hidroksida)*. Surabaya:Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.

Sciencelab.com,. 2015. *Natrium Hidroksida (NaOH)*. www.sciencelab.com

Sepulveda, J.E., Miller & Oblad. 1979. *Hot Water Extraction of Bitumen From Utah Tar Sands*. Utah:Department of Mining, Metallurgical, and Fuels Engineering University of Utah, Salt Lake City.

Sepulveda, J.E. & Miller. 1979. *Separation of Bitumen from Utah Tar Sands by a Hot Water Digestion Flotation Technique*. Utah:Technical Paper University of Utah, Salt Lake City.

Setiawan, A. 2011. *Studi Penggunaan Asbuton Butir Terhadap Karakteristik Marshall Asphaltic Concrete Wearing Course Asbuton Campuran hangat (AC-WC-ASB-H)*. Jurnal Smartek Teknik Sipil.

Shidiq, M. & Rachmadhani, S. 2013. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton Dengan Proses Hot Water Menggunakan Bahan Pelarut Kerosin dan Larutan Surfaktan*. Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS. Surabaya.

SIDS., Georg, K. 2001. *Citric Acid Cas No. 77 – 92 – 9*. Switzerland

Siswosoebroto, B. I., Kusnianti, N., Tumewu, W. 2005. *Laboratory Evaluation of Lawele Buton Natural Asfalt in Asfalt Concrete Mixture*. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, pp. 875 – 876

Suprpto & Murachman, B. 1998. *Bitumen Ekstrak Aspal Buton*. Forum Teknik Jilid 22 No.31.

Tommy. 2012. *Proses Ekstraksi Asbuton dengan Pelarut Pertasol*. Jurnal Teknik Kimia. FTI-ITS.

Yuda, T. & Septiawan, R. 2015. Studi pemisahan bitumen dari Asbuton dalam media air panas dengan penambahan solar sebagai *penetrating agent* dan *chemical additives* yang berupa surfaktan SLS serta

NaOH dalam media air panas. Laporan Skripsi Teknik Kimia FTI-ITS.
Surabaya.

Yusuf, A. 2012. *Pemanfaatan Aspal Buton pada Konstruksi Jalan*. Majalah Badan
Pengkajian dan Terapan Teknologi (BPPT), No. LX/1994, 107-123.



Data Diri

Nama	Ahmad Anharullah
Tempat/Tanggal lahir	Lamongan/27 Oktober 1991
Jenjang S1	2009 - 2013
Jenjang S2	2014 - 2016
Asal	Mojoagung Jombang
Hobi	Football, Futsal
Pra Desain Pabrik S1	Desain Pabrik Gula Kristal Merah
Skripsi	Simulasi Pola Aliran Fluida pada Tangki Berpengaduk Menggunakan Side-Entering Impeller Berbasis CFD
Thesis	Studi Pengaruh <i>Surfaktan</i> Terhadap Pemisahan Bitumen Dari Asbuton Dengan Media Air Panas Dengan Penambahan Solar
Motto	<i>Segala sesuatu tergantung dari niat dan keyakinan yang besar, proses adalah tingkatan menuju sabar</i>

"la hawla wa la quwwata illa billah"